

PRZEGLĄD KOLEJOWY

elektrotechniczny

ROK XXIII • PAŹDZIERNIK 1976 • NR 10

- 1** **WOJCIECH KOZIK, JÓZEF MALISZEWSKI, KAZIMIERZ SZCZEPIÓRKOWSKI** —
 Thyristorowy układ regulacji wzbudzenia silników trakcyjnych jednostki EW58 przy
 hamowaniu (TUHEX) ● Thyristoranordnung zur Erregungssteuerung von Fahrmo-
 toren der elektrischen Triebzüge EW58 beim Bremsen (TUHEX) ● Thyristor con-
 trolled system for traction motors excitation in electric railcars class EW58 during
 braking (TUHEX) ● Тиристорная схема регулировки возбуждения тяговых двига-
 телей единицы EW58 при торможении (TUHEX)
- 8** **TADEUSZ DZIĘGIELEWSKI** — Ergonomia warunków pracy ● Ergonomie der
 Arbeitsbedingungen ● Ergonomics of working conditions ● Эргономия условий
 работы
- 11** **KAZIMIERZ CIANCIARA** — Fizyczna interpretacja wytwarzania SEM przez od-
 działywanie pól magnetycznych na przewodniki ● Physikalische Auslegung der
 Erzeugung von elektro-motorischen Kraft durch Einwirkung der Magnetfelder auf
 Leitungen ● Physical interpretation of generating electromotive force by means
 of reaction of magnetic field on to electric conductors ● Физическая интерпретация
 образования SEM путём воздействия магнитного поля на проводники
- 16** **WIESŁAW WÓJCICKI** — Uszkodzenia wagonowej aparatury elektrycznej ● Electric
 equipment damages in passenger coaches ● Beschädigungen der elektrischen Wa-
 genanlagen ● Повреждения вагонной электрической аппаратуры
- 22** **KAZIMIERZ MALISZCZAK** — Nowoczesne kable telekomunikacyjne miejscowe ●
 Moderne Lokal-Fernmeldekabel ● Modern lokal telecommunication cables ● Сове-
 рменные кабели местной проводной связи
- 27** **KAZIMIERZ JESIONOWSKI** — Koncepcja nowego systemu liniowej radiolączności
 trakcyjnej na liniach zelektryfikowanych ● Auffassung moderner Linien-Funkver-
 kehr-Anordnung für Traktionszwecke auf elektrifizierten Bahnstrecken ● Conception
 of a modern system of line radiocommunication for tractive purposes on electrified
 railroads ● Замысел новой системы линейной тяговой радиосвязи на электрифици-
 рованных железных дорогах
- 30** **MICHAŁ RÓŻYCKI** — Aparatura elektroniczna ZDBAN „Unipan” ● Elektronische
 Geräte des Versuchsanstalles für Apparatebau „Unipan” ● Electronic equipment
 „Unipan” of the Experimental Plant for Scientific Apparatus Construction ● Электро-
 ническая аппаратура Экспериментально-Исследовательского Завода Научной Аппа-
 ратуры ZDBAN „Unipan”

przegląd kolejowy ELEKTROTECHNICZNY



MIESIĘCZNIK TECHNICZNO-GOSPODARCZY

Rok XXIII

PAŹDZIERNIK 1976

NR 10

„Uczestnictwo ludzi pracy w rządzeniu powinno się urzeczywistniać w działalności naszej ponad dwumilionowej partii, w działalności sojuszniczych stronnictw, w aktywności Frontu Jedności Narodu, w pracy Sejmu PRL, rad narodowych, organizacji społecznych, samorządów: robotniczego, chłopskiego oraz samorządu mieszkańców”.

(z Uchwały VII Zjazdu PZPR)

mgr inż. Wojciech Kozik
dr inż. Józef Maliszewski
mgr inż. Kazimierz Szczepiórkowski
Zakład Trakcji Elektrycznej
Instytut Elektroniki

Tyristorowy układ regulacji wzbudzenia silników trakcyjnych jednostki EW58 przy hamowaniu (TUHEX)

Powszechnie stosowany sposób hamowania pojazdów trakcyjnych realizowany za pomocą żeliwnych klocków działających na obrzeże koła ma szereg wad, do których należy zaliczyć:

- duże koszty eksploatacji związane z szybkim zużyciem klocków hamulcowych i częstą ich wymianą,
- szybkie zużywanie się obręczy kół.

Wymienionych wad nie ma system hamowania elektrodynamicznego, w którym do hamowania pojazdu używa się silnika trakcyjnego. Silnik trakcyjny w przypadku hamowania przetwarza energię mechaniczną pojazdu na energię elektryczną. Energia uzyskana podczas hamowania zostaje rozproszona w postaci energii cieplnej w rezystorze lub oddana do sieci zasilającej.

Rozwiązanie hamowania w klasycznych układach trakcyjnych z szeregowym silnikiem prądu stałego napotyka wiele trudności. Hamowanie elektrodynamiczne odzyskowe możliwe jest tylko przy większych prędkościach, kiedy sem silnika jest większa od napięcia sieci zasilającej oraz gdy istnieją inne odbiorniki mogące przyjąć oddawaną energię. Ponadto konieczne jest stosowanie skomplikowanych układów z dodatkowymi prądnicami do regulacji prądu wzbudzenia. Dlatego też częściej stosowane jest hamowanie ze stratą energii w rezystorze. Wymaga ono stosowania dużej liczby stopni rezystancyjnych i dość złożonego układu sterowania. Mankamentem tego sposobu jest również występowanie nierównomierności siły hamowania w stacjach przętczania rezystancji.

Zastosowanie metod impulsowej regulacji z wykorzystaniem półprzewodnikowych elementów mocy stworzyło nowe możliwości rozwiązania hamowania elektrodynamicznego w pojazdach trakcyjnych, znacznie rozszerzając zakres jego stosowania, a ponadto pozwalając na automatyzację procesu hamowania i uwzględnienie różnorodnych uzależnień (od masy, prędkości itp.).

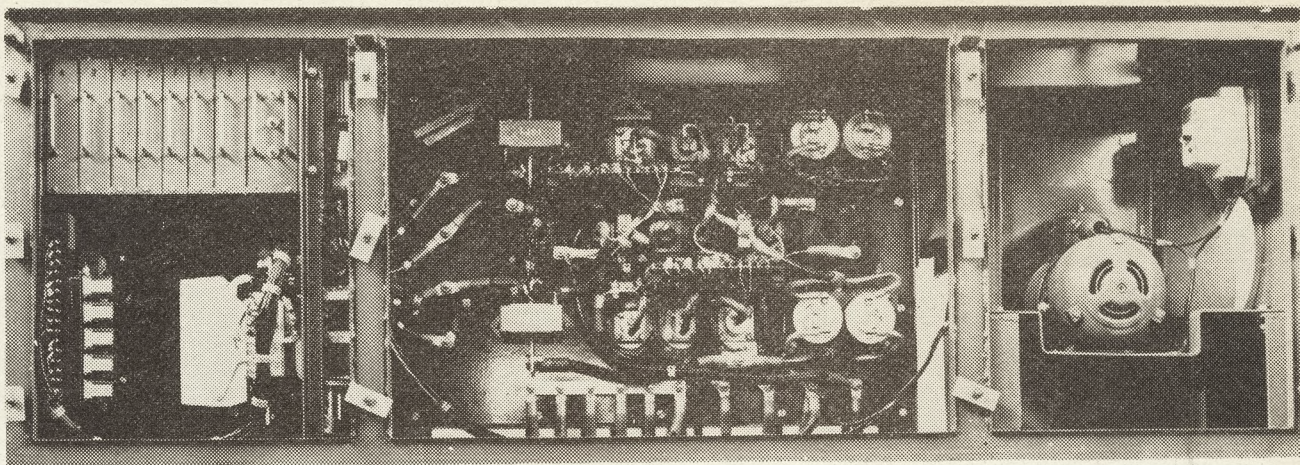
Jednym z pierwszych rozwiązań półprzewodnikowych układów regulacji impulsowej w kolejowej trakcji elektrycznej jest układ TUHEX do hamowania jednostki pociągowej EW58.

Założenia i projekt układu powstały w Instytucie Elektrotechniki, gdzie wykonano również model przekształtnika impulsowego TUHEX, następnie przeprowadzono w IEL badania układowe czterech prototypowych przekształtników impulsowych TUHEX w wykonaniu fabrycznym Zakładu ELTA.

Celem artykułu jest zapoznanie przyszłych użytkowników, pracowników PKP z budową, działaniem oraz wynikami wstępnych badań układu hamowania elektrodynamicznego TUHEX.

Budowa i podstawowe dane techniczne

Tyristorowy przekształtnik impulsowy TUHEX zamontowany jest w szczelnie zamkniętej skrzyni metalowej, wewnątrz której umieszczone są wszystkie elementy układu elektrycznego wraz



Rys. 1. Ogólny widok przekształtnika Tuhex po zdjęciu obudowy

z wentylatorem służącym do wymuszania obiegu powietrza chłodzącego elementy półprzewodnikowe.

Ogólny widok przekształtnika, po zdjęciu pokryw, jest przedstawiony na rysunku 1.

Najważniejsze parametry techniczne przekształtnika: napięcie zasilania — 110 V prądu stałego, zakres prędkości, przy którym realizowane jest hamowanie — 100 do 5 km/h, siła hamowania jednostki niezależna od prędkości i utrzymywana na jednej z trzech dowolnie wy-

branych wielkości: I — ok. 7200 kG, II — ok. 12 000 kG, III — ok. 16 000 kG.

Realizacja siły hamowania uzyskiwana przez zachowanie stałej sumy prędkości wirnika i wzbudzenia silników trakcyjnych na poziomie: I — ok. 365 A, II — ok. 500 A, III — ok. 610 A. Zakres regulacji prądu wzbudzenia silników trakcyjnych od 70 do 250 A.

Korekta siły hamowania zależnie od obciążenia jednostki płynna w granicach 0 do 25%.

Częstotliwość impulsowania każdej z dwóch grup przekształtnika: 120 Hz, przy czym obie grupy pracują z przesunięciem 180° elektr. Filtr sieciowy: 2 mH, 9600 μ F.

Zasady regulacji w układzie przedstawione są na rysunku 2. Widoczne są na nim zależności prądu wzbudzenia I_w , prądu wirnika I_h oraz siły hamowania F od prędkości V . W celu uniknięcia przełączeń sekcji oporowych przy małych prędkościach jednostki na I i II poziomie siły hamowania, zablokowane jest przełączanie styczników zwierających sekcje oporowe.

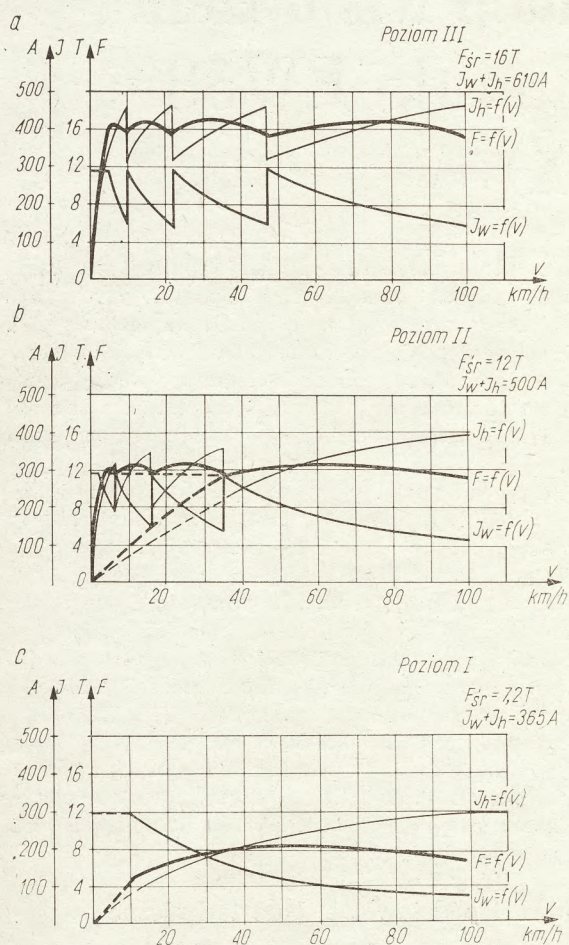
Przebieg I_w , I_h , $F = f(V)$ jest zaznaczony w tym przypadku przerywaną linią. W przyjętym systemie regulacji uzyskano praktycznie stałą siłę hamowania w całym zakresie prędkości jednostki dla hamowania z maksymalną siłą (III poziom).

Po zakończeniu hamowania elektrycznego tj. przy prędkości bliskiej zero lub w przypadkach awaryjnych załącza się samoczynnie hamowanie pneumatyczne, które spełnia także rolę hamulca postojowego na spadku toru.

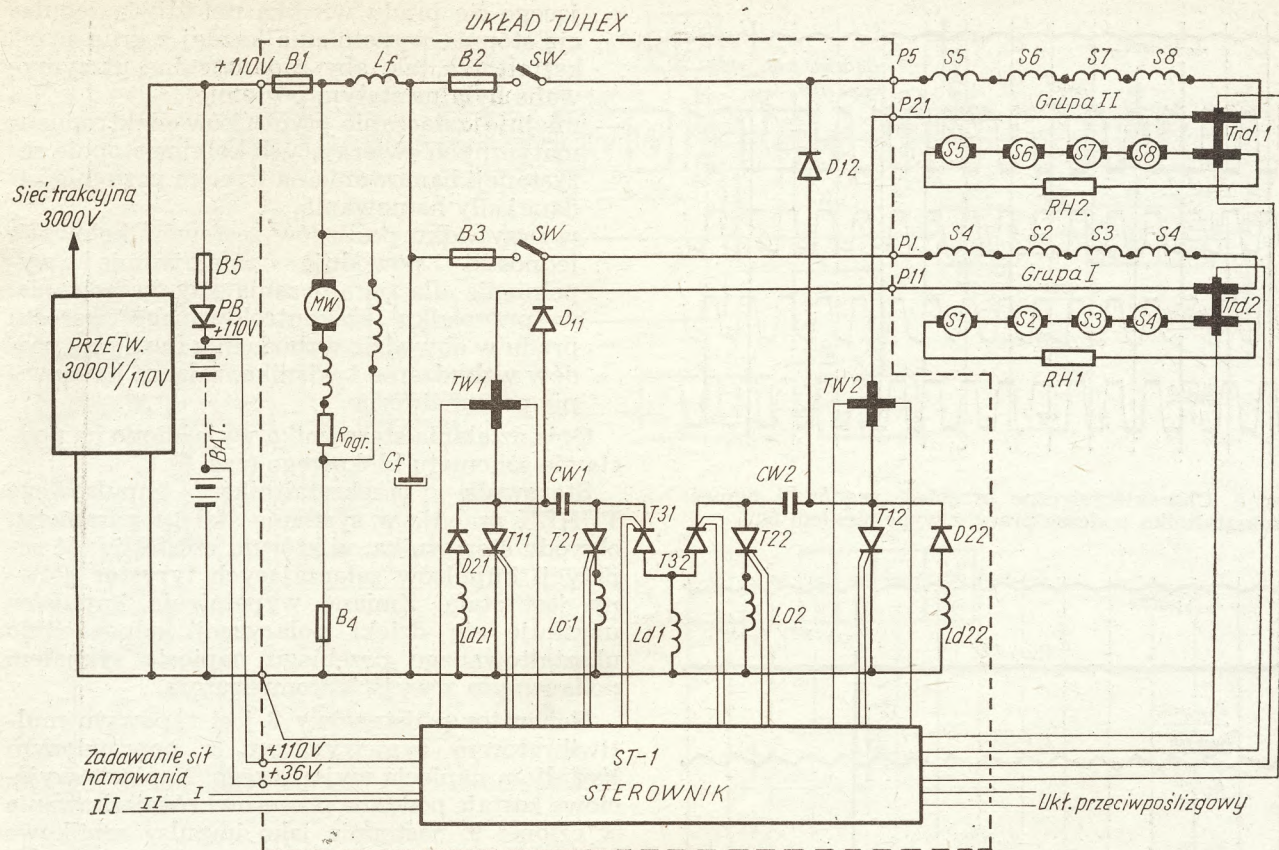
Obwód główny

Schemat ideowy obwodu głównego przekształtnika TUHEx przedstawiono na rysunku 3.

W układzie tyrystorowym zastosowano pojemnościową komutację wymuszoną z przeładowaniem oscylacyjnym. Ze względu na indukcyjny charakter źródła prądu przekształtnik zasilany jest przez filtr sieciowy składający się z dławika $L_f = 2$ mH i kondensatorów elektrolitycznych o pojemności $C_f = 9600$ μ F. Zastosowanie filtra sieciowego było istotnym powodem, dla którego wybrano system sterowania przekształtnika ze stałym parametrem obwodu sterownika, tj. ze stałą częstotliwością impulsowania i zmianą wypełnienia.



Rys. 2. Zasady regulacji wyjaśnione na przykładzie zależności: $I_r = f(V)$, $F = f(V)$, $I_w = f(V)$ dla trzech poziomów siły hamowania



Rys. 3. Schemat ideowy obwodu głównego przekształtnika Tuhex:

T — tyrystory, D — diody, TW1, TW2 — transduktory wzbudzenia, Trd 1, Trd 2 — transduktory sumy, S1÷S8 — silnik trakcyjny Lka-438, RH 1, RH 2 — rezystory hamowania, BAT — bateria akumulatorów zasadowych 100 V, 100 Ah, MW — silnik wentylatora, Lf, Cf — filtr sieciowy, B — bezpieczniki topikowe, SW — stycznik SU-320

Wirniki czterech silników trakcyjnych każdego wagonu silnikowego pracują w połączeniu szeregowym na rezystor hamowania. Rezystor ten podzielony jest na sekcje 2,15 — 0,98 — 0,42 — 0,15 oma, zwierane stopniowo stycznikami elektropneumatycznymi.

Uzwojenia wzbudzenia silników połączone są również po cztery szeregowo w każdym wagonie i zasilane są z przekształtnika TUHEx. Pomiar prądu wzbudzenia wykonany jest za pomocą transduktorów TW1 i TW2, a niezależnie od tego mierzone i sumowane są prądy wzbudzenia oraz wirników silników za pomocą transduktorów Trd-1 i Trd-2.

Działanie przekształtnika TUHEx można przedstawić na przykładzie pracy jednego toru np. I, gdyż drugi tor pracuje identycznie, z tym, że załączanie jego tyrystorów odbywa się z przesunięciem o 180° el. Po zamknięciu obwodu wzbudzenia stycznikiem SW następuje ładowanie kondensatora komutującego CW1 ze źródła zasilania przez uzwojenia wzbudzenia i tyrystor T21. Po zadziałaniu przekaźnika startowego Ps (w sterowniku) pojawiają się impulsy załączające tyrystor główny T11 i w obwodzie wzbudzenia silników pojawia się prąd.

Jednocześnie z załączeniem tyrystora głównego załączony zostaje tyrystor T31 dla umożliwienia oscylacyjnego przeładowania kondensatora CW1.

Następnie podawane są impulsy na bramkę tyrystora T21 powodując zablokowanie tyrystora T11 (dzięki przyłożeniu wstecznie naładowa-

nego kondensatora CW1 do zacisków T11), a prąd wzbudzenia podtrzymywany jest w obwodzie z diodą D11.

Dalej impulsy załączające tyrystory T11 i T21 pojawiają się na przemian przy malejącym wypełnieniu, które początkowo wynosi 70%. Wypełnianie zmienia się podczas hamowania w granicach od 70% do 10% zależnie od prędkości hamowania, prądu wirnika i ustawionej wartości sumy prądów.

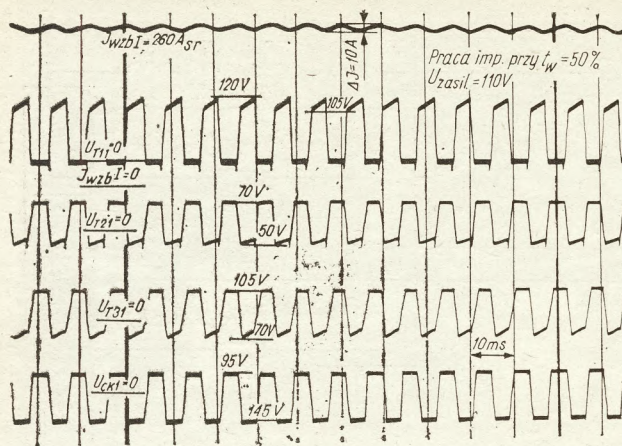
Charakterystyczne przebiegi prądów i napięć przekształtnika podczas pracy z wypełnieniem 50% przedstawiono na oscylogramach rysunku 4 i 5.

Pomiar oraz sumowanie prądów wirnika i wzbudzenia odbywa się w transdaktorze Trd-2, którego sygnał skierowany jest do sterownika, gdzie po porównaniu z zadanym poziomem siły hamowania, powoduje zmianę wypełnienia.

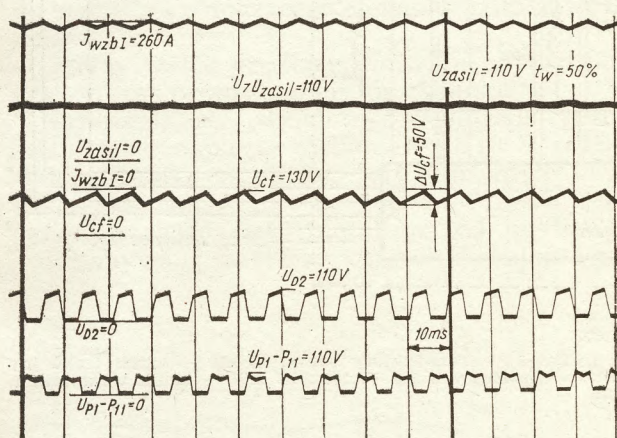
Wypełnienie (t_w) jest określane jako stosunek czasu włączenia tyrystora głównego (t_{wl}) do czasu trwania okresu wynoszącego $T = \frac{1}{f}$ i wyraża się wzorem ($f = 120$ Hz, a więc $T = 8,35$ ms)

$$t_w = \frac{t_{wl}}{T} \cdot 100\%$$

Jak już wspomniano, maszynista ma do wyboru trzy poziomy siły hamowania, którym odpowiadają trzy sumy prądów: 365 A, 500 A lub 610 A. Na najwyższym poziomie siły hamowania, po wyczerpaniu zapasu regulacji prądu wzbudzenia tj. po osiągnięciu 290 A, następuje



Rys. 4. Charakterystyczne przebiegi prądów i napięć przekształtnika podczas pracy z wypełnieniem 50%



Rys. 5. Charakterystyczne przebiegi prądów i napięć przekształtnika podczas pracy z wypełnieniem 50%

skokowe zmniejszenie rezystancji hamowania kolejno aż do wyczerpania wszystkich trzech stopni. Podczas przełączania poziomów siły hamowania prąd wzbudzenia ograniczony jest do wartości 140 A.

Sterowanie

Centralnym członem sterującym jest sterownik St-1, dla którego sygnałami wejściowymi są sygnały zadawania poziomu siły hamowania i sygnały pomiarowe. Człony logiczne i wykonawcze sterownika są zrealizowane za pomocą układów elektronicznych lub przekąźnikowych. Sterownik ma następujące obwody sprzężenia z układem sterowania i obwodem głównym:

- sygnał zadany poziomowi siły hamowania,
- sprzężenie transduktorowe prądu wzbudzenia,
- sprzężenie transduktorowe sumy prądów wirnika i wzbudzenia,
- sprzężenie z rezystancyjnym czujnikiem zmiany ciężaru jednostki tzw. czujnikiem ważenia.

Stawownik realizuje funkcje niezbędne dla zapewnienia prawidłowej i bezawaryjnej pracy przekształtnika impulsowego, a mianowicie:

- wytwarza impulsy załączające tyrystory przekątnika TUHEx,
- w zależności od zadanego poziomu sumy prądów wirnika i wzbudzenia oraz od zmieniania-

jącego się prądu wirnika umożliwia regulację stopnia wypełnienia każdej z grup przekształtnika tak, aby zadana suma utrzymywana była na stałym poziomie,

- inicjuje załączanie styczników elektropneumatycznych zwierających kolejne stopnie rezystancji hamowania na trzecim poziomie zadanej siły hamowania,
- w przypadku poślizgów zestawów kołowych jednostki powoduje zmniejszenie wypełnienia dla ograniczenia siły hamowania,
- w przypadku niekontrolowanego wzrostu prądu w obwodzie wzбудzenia lub sumy prądów wzbudzenia i wirnika, załącza hamowanie pneumatyczne.

Opis działania sterownika wyjaśniono na podstawie schematu blokowego (rys. 6).

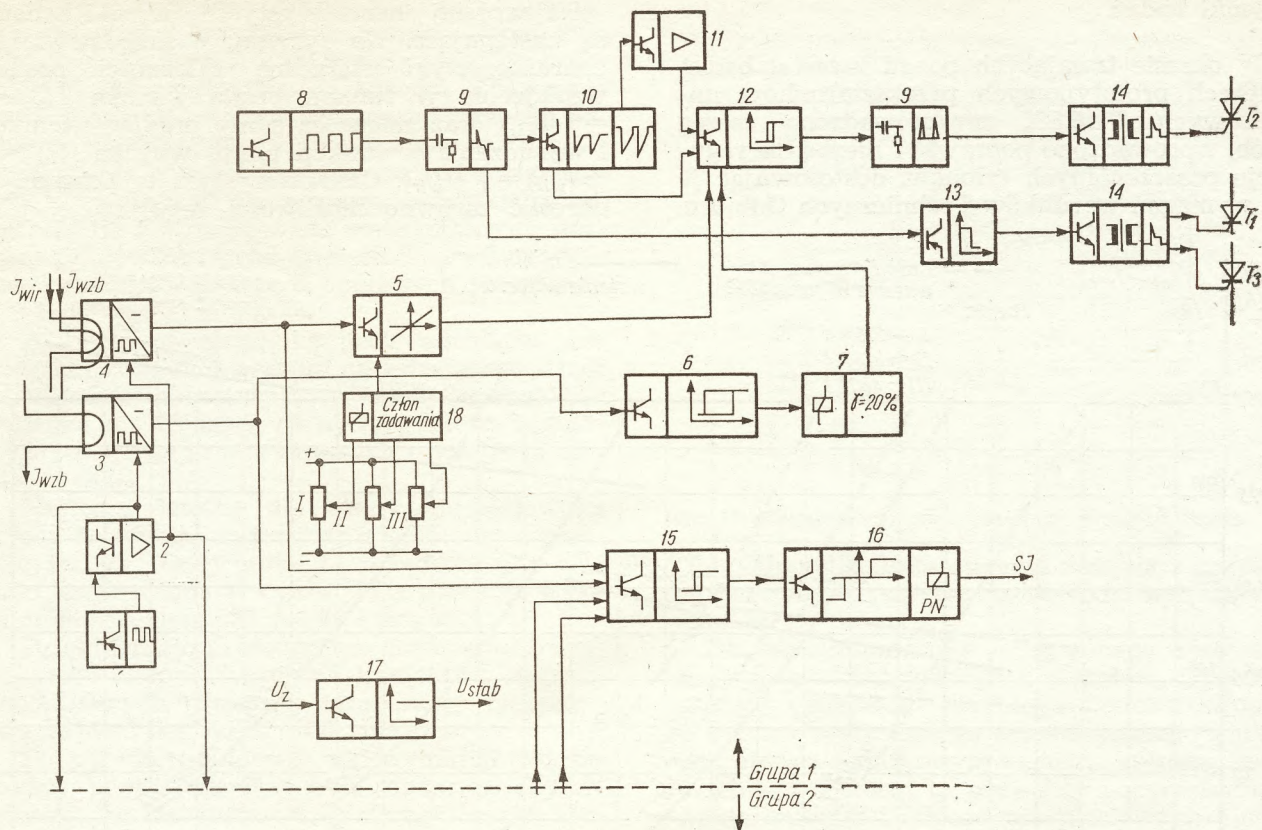
Sterownik przekształtnika impulsowego TUHEx pracuje w systemie stałego parametru obwodu sterownika, w którym częstotliwość repetycji impulsów załączających tyrystor główny jest stała. Zmianę wypełnienia impulsów uzyskuje się dzięki polaryzacji odpowiednio ukształtowanego przebiegu napięcia sygnałem podawanym z wyjścia komparatora.

Generator podstawowy 8 jest typowym multiwibratorem symetrycznym z poprawionym kształtem napięcia wyjściowego. Napięcie wyjściowe zostaje poddane procesowi różniczkowania w członie 9, następnie jako impulsy szpilkowe synchronizuje człon generatora napięcia piłokształtnego 10. Jest to bardzo istotny fragment schematu blokowego i całego układu. W członie tym zastosowano specjalny układ kształtowania przebiegu wyjściowego wg patentu IEL (nr pat. 67438). Na oscyloskopie dwustrumieniowym pomierzono przebiegi charakterystycznych napięć na wyjściu z członu 10. Dla grupy I jest to przebieg „a” oraz przesunięty o 180° el. przebieg „b” dla grupy II.

Oba przebiegi przedstawiono na oscylogramie rysunku 7. Przedstawiony na oscylogramie sygnał charakteryzuje się wyraźnym zróżniczkowaniem części regulacyjnej przebiegu oraz części zabezpieczających przekształtnik przed osiągnięciem zbyt małej wartości wypełnienia, a także przed wzrostem wypełnienia powyżej 70%.

Sygnał wyjściowy z członu **10** po wzmożeniu w członie **11**, którym jest układ Darlingtona zwany układem „super-alfa” steruje wejście dyskryminatora napięcia **12**. Jednocześnie na wejście członu **12** podawany jest sygnał wyjściowy z komparatora napięcia **5**. Napięcie wyjściowe z tego komparatora powstaje w wyniku porównania dwóch sygnałów oraz wzmożenia sygnału różnicowego. Sygnały wejściowe komparatora to sygnał zadawania wielkości sumy prądów wirnika i wzbudzenia oraz sygnał sumy prądów uzyskany z transduktora **1**, **2** i **4**. Sygnał wyjściowy komparatora powoduje polaryzację przebiegu i przesuwania fazy. Sterownik wyposażono również w człon **3** sprzężenia transduktorowego mierzącego wartość prądu wzbudzenia.

Sygnał wyjściowy transduktora wzbudzenia **3** spełnia rolę sygnału przełączającego poziomy prądu hamowania za pomocą członów **6** i **7** odpowiednio dla gupy I i II.



Rys. 6. Schemat blokowy sterownika

1 — generator zasilający transduktor, 2 — wzmacniacz mocy, 3 — transduktor prądu wzbudzenia, 4 — transduktor sumy prądów wzbudzenia i wirnika, 5 — komparator, 6 — człon przelączający, 7 — człon wymuszenia wypełnienia, 8 — generator podstawowy, 9 — człon różniczkujący, 10 — generator przebiegu piłokształtnego i układ kształtujący, 11 — wzmacniacz, 12 — dyskryminator napięcia, 13 — inwerter, 14 — wzmacniacz impulsów z transformatorem, 15 — człon separujący zabezpieczenia nadmiarowoprądowego, 16 — człon pamięciowy i wykonawczy zabezpieczenia nadmiarowoprądowego, 17 — stabilizator zasilający sterownik, T1 — tyrystor główny, T2 — tyrystor gaszący, T3 — tyrystor pomocniczy, 18 — człon zadawania poziomu siły

Przy wzroście prądu wzbudzenia do poziomu 290 A następuje zmiana stanu przerzutnika w członie 6 i dalej załączanie przełączającego rezystancję hamowania w obwodzie wirników.

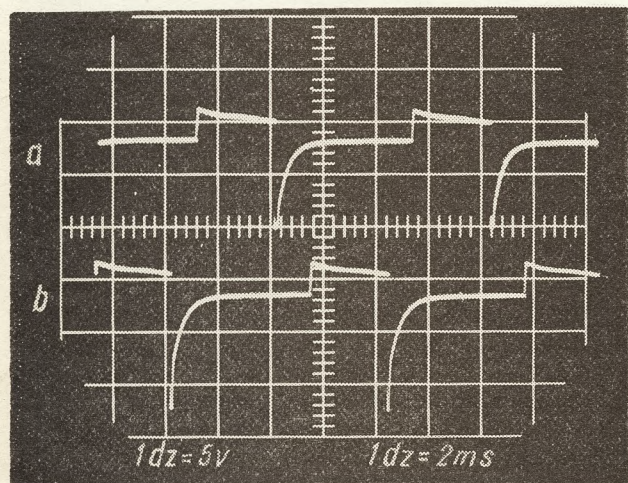
Aby przełączanie odbywało się ze stałym momentem hamującym, w chwili przełączania, człon 7 wymusza zmniejszone wypełnienie dla uzyskania prądu wzbudzenia ok. 140 A.

Z powyższego opisu wynika, że sygnał z obwodu sprzężenia prądu wzbudzenia użyty został

do przełączenia stopni rezystancyjnych w obwodzie wirników silników, natomiast sygnał sprzężenia sumy prądów wirnika i wzbudzenia powoduje płynną zmianę wypełnienia, a w konsekwencji zmianę prądu wzbudzenia silników. Zadana suma prądów utrzymywana jest na stałym poziomie niezależnie od wartości prądu wirnika, napięcia, zasilania itp. W układzie następuje korekta poziomów zadawania siły hamowania, w zależności od obciążenia jednostki elektrycznej. Sygnał z czujnika ważenia powoduje zmiany wyjściowej charakterystyki transduktora sumy prądów zmieniając w ten sposób wypełnienie w granicach do 25 %.

Na schemacie blokowym sterownika przedstawiono człony dla jednego toru obciążenia przekształtnika TUHEX, a także człony wspólne dla obu torów regulacyjnych. Są to:

- człony 15 i 16 zabezpieczenia nadmiarowoprądowego, których działanie polega na wyłączeniu przekształtnika impulsowego i zapamiętania tego stanu do czasu wyłączenia przełącznika startowego,
- człon zadawania 18 realizowany w postaci trzech odrębnych źródeł sygnałów o wartościach odpowiadających poszczególnym poziomom siły hamowania oraz systemu pomocniczych przełączników przelączających,
- układ zasilania transduktorów, tj. człony 1 i 2,
- zasilacz stabilizowany 17.

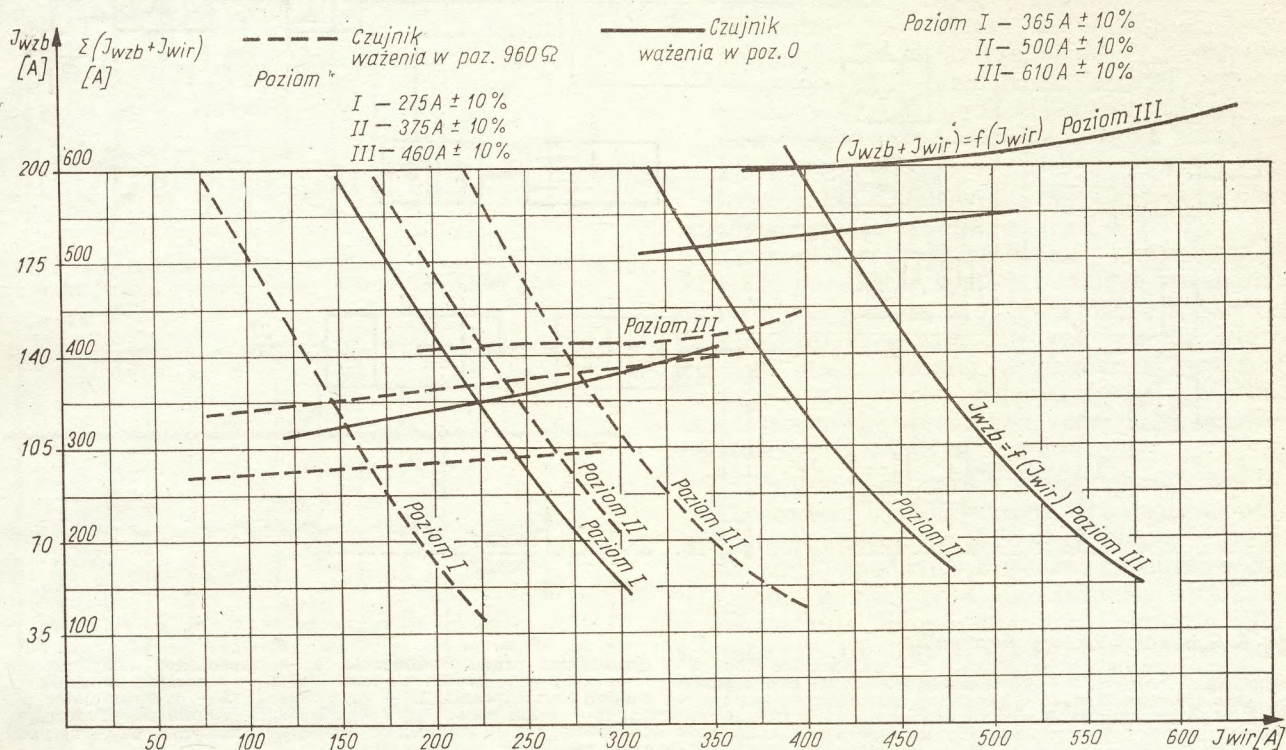


Rys. 7. Charakterystyczne przebiegi napięć na wyjściu z generatora i układu kształtowania (człon 10)
a — tor I, b — tor II

Wyniki badań

W okresie trwających ponad kwartał badań czterech prototypowych przekształtników impulsowych TUHEx przeprowadzono szereg prób, wprowadzono poprawki i niezbędne regulacje poszczególnych członów, dostosowując je do wymagań warunków Technicznych Odbioru.

Najbardziej charakterystyczne wyniki badań są następujące. Na rysunku 8 przedstawiono charakterystyki statyczne zależności prądu wzbudzenia w funkcji prądu wirnika $I_{wzb} = f(I_{wir})$ oraz zależność sumy prądów wirnika i wzbudzenia w funkcji prądu wirnika $(I_{wzb} + I_{wir}) = f(I_{wir})$. Charakterystyki te pozwalają określić zarówno możliwości regulacyjne, jak

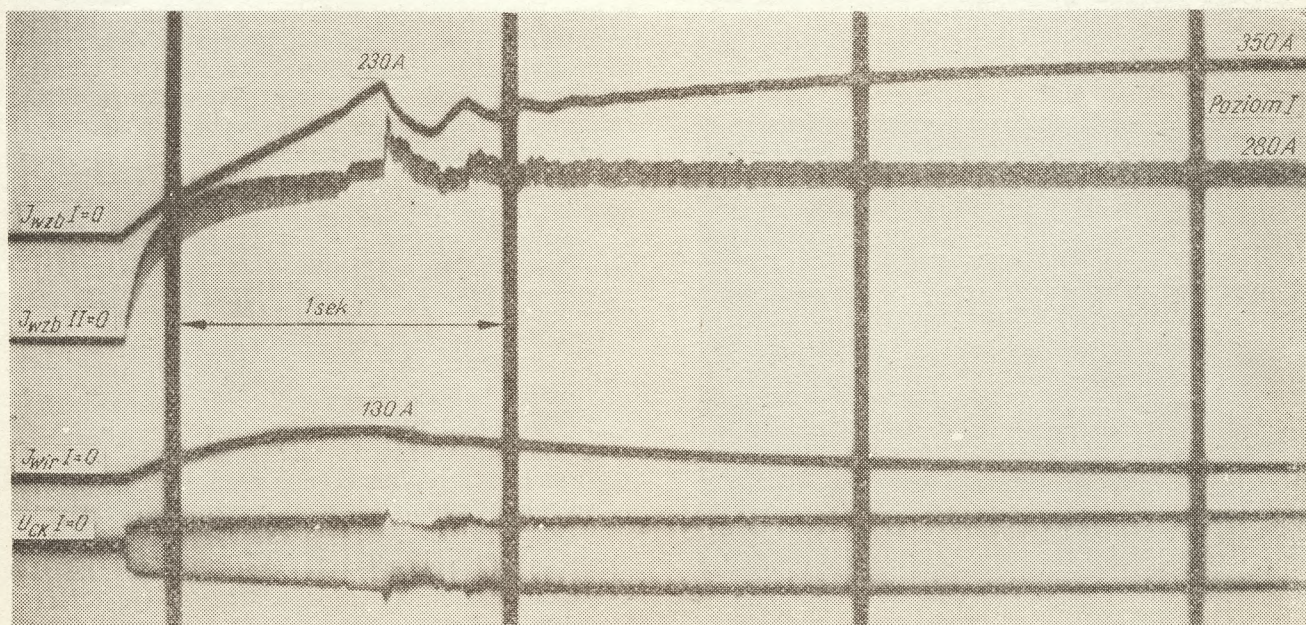


Rys. 8. Statyczne charakterystyki regulacyjne przekształtnika

W układzie laboratoryjnym obejmującym wszystkie maszyny i aparaty współpracujące z przekształtnikiem TUHEx w jednostce EW58, odwzorowano pełną zmienność warunków pracy występującą w eksploatacji przy jednoczesnej możliwości pracy w stanach awaryjnych.

i dokładność działania przekształtnika impulsowego TUHEx.

W stanach dynamicznych charakterystyczne są przebiegi prądów wzbudzenia obu grup silników (I_{wzbI} , I_{wzbII}) oraz prądu wirnika (I_{wir}) w funkcji czasu.



Rys. 9. Przebiegi prądów w obwodach wirnika i wzbudzenia silnika podczas regulacji na I stopniu siły hamowania

Dla zobrazowania procesu regulacji i przełączania stopni hamowania zamieszczono dwa oscylogramy (rys. 9 i 10) przedstawiające przebiegi prądów wzbudzenia i wirnika podczas regulacji na nastawionym pierwszym i trzecim poziomie siły hamowania. Przełączanie rezystorów hamowania odbywa się tylko na trzecim poziomie, przy czym po wyczerpaniu wszystkich stopni pracuje z wypełnieniem maksymalnym. Różnice prądów obu grup obciążenia przekształtnika wynikają z zastępczo dobranych rezystancji i indukcyjności silników.

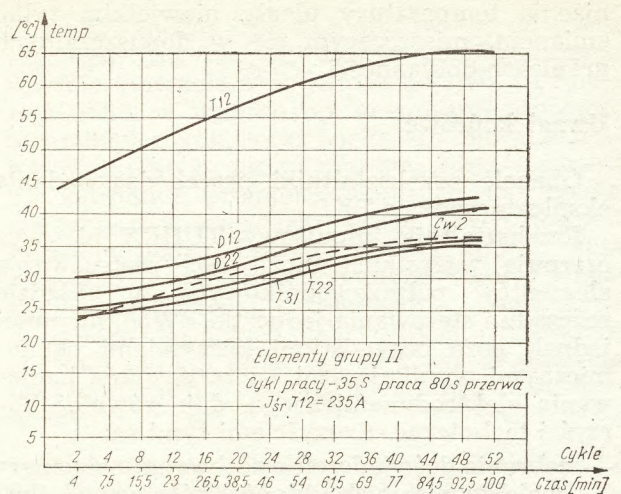
Z uwagi na niewielką masę wirników, jak i ograniczoną moc zespołu napędzającego silnik w układzie laboratoryjnym, prądy w obwodzie wirnika nie osiągały górnych wartości regulacyjnych, a sam proces hamowania przebiega bardzo szybko.

Następne istotne dla oceny prawidłowości pracy są wyniki nagrzewania elementów przekształtnika. Na rysunku 11 przedstawiono wyniki nagrzewania w cyklu: 35 s praca ze średnim obciążeniem 235 A i 80 s przerwy.

Dzięki bardzo skutecznemu chłodzeniu i właściwemu doborowi samych elementów półprzewodnikowych przyrosty temperatur nie przekraczają 42 deg po ok. 100. min pracy.

Poważnym problemem jaki wyniknął podczas badań przekształtnika, była duża wrażliwość sterownika tranzystorowego na zakłócenia, których źródłem są zwykle pracujące w pobliżu duże zespoły prądowe, styczniki itp.

Badania sterownika wykazały, że niewłaściwym punktem były generatory przebiegu piłokształtnego pracujące w układzie z tranzystorami komplementarnymi. Po wystąpieniu impulsu przebiegu następowo było niesynchronizowane sterowanie generatora i wytworzenie przebiegu piłokształtnego. W konsekwencji powodowało to niekontrolowane pojawienie się impulsu, co mogło stać się powodem przypadkowego jednoczesnego wystąpienia impulsu złączającego tyrystor główny (T_1) i komutujący

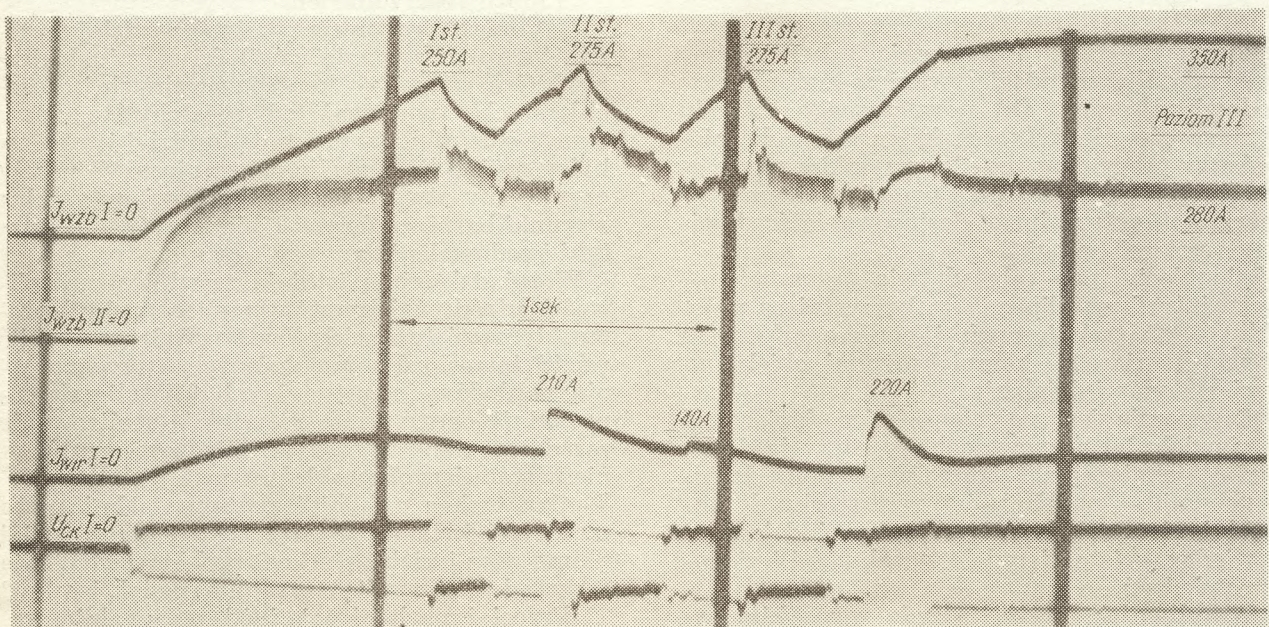


Rys. 11. Nagrzewanie się elementów przekształtnika

(T_2). Odpowiadało to stanowi zwarcia z prądem ograniczonym rezystancją obwodu wzbudzenia silników.

Dla wyeliminowania opisywanego zjawiska, zmieniono układ jednego z zespołów, wprowadzając generator przebiegu piłokształtnego w postaci wyzwalanego asymetrycznego multiwibratora z dodatkowym układem kształtowania przebiegu. Zabiegi te pozwoliły na wyeliminowanie wpływu zakłóceń przebiegu niezależnie od ich pochodzenia i biegowości.

Nieco więcej kłopotu sprawiły badania w temperaturach ujemnych. Kłopot polegał na braku komory o odpowiednich wymiarach, gdzie można by wstawić kompletny przekształtnik TUXEX. Dla przeprowadzenia próby, wypełniono wnętrze przekształtnika suchym lodem (CO_2) o masie ok. 70 kg i włączono wentylator. Po ok. 30 minutach temperatura wewnątrz obniżyła się średnio do ok. 248 K ($-25^\circ C$). Badano zachowanie się układu w tej temperaturze, stwierdzając prawidłowość pracy impulsowej i zachowanie parametrów regulacyjnych, które w okresie ob-



Rys. 10. Przebiegi prądów w obwodach wirnika i wzbudzenia silnika podczas regulacji na III stopniu siły hamowania

nizienia temperatury uległy niewielkim tylko zmianom, mieszczącym się w dopuszczalnych granicach dokładności.

Uwagi końcowe

Obecnie przekształtniki przechodzą badania eksploatacyjne na PKP.

Przekształtnik impulsowy TUHEx nie wyczerpuje wszystkich możliwości zastosowania elementów półprzewodnikowych w układzie rozrządu i sterowania jednostki EW58, niemniej jednak poza oczywistymi korzyściami ekonomicznymi wynikającymi z zastosowania hamowania elektrodynamicznego, daje również korzyści techniczne. Korzyściami tymi są:

- zebranie doświadczeń o zachowaniu się energoelektronicznych układów półprzewodnikowych w specyficznych warunkach kolejowej trakcji elektrycznej,
- przygotowanie bazy do szerokiego zastosowania układów impulsowych we wszystkich

pojazdach i urządzeniach trakcji elektrycznej,

- stworzenie możliwości do pełnej automatyzacji procesów trakcyjnych, co jest szczególnie ważne w związku z przewidywanym zdalnym sterowaniem pojazdów na kolejach.

Literatura

- [1] Rozszerzone założenia układu regulacji impulsowej elektrodynamicznego hamowania jednostki pociągowej 3 WE przy zasilaniu obwodów pomocniczych prądem stałym. Opracowanie nr 294/71 IEL-NTE. Warszawa, grudzień 1971 r.
- [2] Projekt wstępny tyrystorowego układu impulsowej regulacji wzbudzenia silników trakcyjnych przy hamowaniu dla jednostki 3 WE. Opracowanie nr 165/72 IEL-NTE. Warszawa, wrzesień 1972 r.
- [3] Sprawozdanie nr 1842 z badań układu TUHEx w zespole z silnikami. JEL-NTE. Listopad 1972 r.
- [4] Sposób kształtowania drgań elektrycznych dla impulsowego rozruchu i hamowania silników prądu stałego. Patent PRL nr 67438.
- [5] J. Maliszewski, J. Szczepiński, K. Szczepiórkowski — Sterowniki impulsowe do tyrystorowych układów rozruchu i hamowania. Biuletyn informacyjny IEL nr 1/70.

doc. dr inż. Tadeusz Dzięgielewski

Przewodniczący Komitetu Ergonomii i Ochrony Pracy
OW NOT w Warszawie

Ergonomia warunków pracy

„Socjalizm różni się od kapitalizmu nie techniką, a nawet nie organizacją produkcji, lecz humanizacją procesu wytwarzania, podporządkowaniem rezultatów pracy potrzebom ludzkim, podniesieniem człowieka pracy z pozycji jednego z czynników produkcji do pozycji podmiotu produkcji”.

(IX Plenum KC PZPR)

Człowiek nie jest dostatecznie zabezpieczony przed szkodliwym oddziaływaniem materialnego środowiska pracy. Od nowoczesnego zakładu wymaga się nie tylko maksymalnego bezpieczeństwa pracy, lecz przede wszystkim optymalizacji wysiłku ludzkiego i wydajności pracy w warunkach optymalnego dostosowania środowiska do potrzeb załogi.

Osiągnięcie tego celu ułatwia ergonomia — nauka interdyscyplinarna — korzystająca z dorobku nauk technicznych i nauk o człowieku oraz posługująca się kompleksowymi, obiektywnymi metodami działania.

- Ergonomia jest pojęciem, które dopiero od niewielu lat rozpowszechniło się w środowisku technicznym. Dlatego w stosunku do ergonomii — podobnie jak w stosunku do każdej nie dość jeszcze rozeznanej dziedziny wiedzy — istnieje wiele wątpliwości i niedopowiedzeń.
- Wątpliwości dotyczą przede wszystkim samego pojęcia i jego zakresu. Czym mianowicie różni się ergonomia od humanizacji pra-

cy, od psychologii inżynierskiej, socjotechniki, czy nawet od działalności bhp.

- Abyśmy się mogli łatwiej porozumieć warto jest określić pojęcie podstawowe, a mianowicie: ergonomia warunków pracy — jako najszerszej pojętą działalność mającą na celu przystosowanie tych warunków do potrzeb i możliwości ludzkich.

Natomiast proponuję pominąć bardziej szczegółowe rozpatrywanie zawiłości terminologicznych (jak zawsze — kontrowersyjnych i czasochłonnych), ponieważ odwracałoby to naszą uwagę od problemu znacznie bardziej istotnego, który można by określić następująco: co należy czynić, aby stworzyć pracownikowi optymalne warunki bezpieczeństwa, higieny, wygody, estetyki i zadowolenia z pracy?

W tej dziedzinie istnieją zasadnicze wątpliwości wśród projektantów, wykonawców budowy, kierownictwa zakładów, a przede wszystkim wśród inwestorów decydujących o przeznaczeniu nakładów inwestycyjnych. Wątpliwości te powodują opory, które utrudniają realizowanie zasad ergonomii w praktyce. Dotyczą one głównie następujących problemów:

- Czy wobec osiągnięć postępu technicznego (dzięki którym praca staje się coraz mniej męcząca i niebezpieczna) problem wdrażania zasad ergonomii pozostanie nadal istotny? Przecież mechanizacja już teraz uwalnia pracownika od wysiłku fizycznego i od urazów mechanicznych; automatyzacja będzie go

stopniowo eliminowała z bezpośredniego udziału w procesach produkcyjnych.

Dzięki szybkim osiągnięciom technicznym — era automatyzacji może być bliska, a wtedy walka o poprawę warunków pracy ludzkiej stanie się problemem przebrzmiałym.

Przedsięwzięcia ergonomiczne wymagają nakładów w trakcie realizowania inwestycji i użytkowania obiektu, a nieraz nawet mogą komplikować procesy technologiczne.

— Czy wobec tego stać nas na ergonomię w tym okresie rozwoju naszej gospodarki, gdy powinniśmy koncentrować nasz wysiłek na zwiększaniu produkcji i na obniżaniu jej kosztów?

Przed wszystkim warto wyjaśnić, czy rzeczywiście — wobec automatyzacji produkcji — należy się liczyć ze znacznym spadkiem liczby zatrudnionych w przemyśle? Otóż — według prognoz Komisji Planowania — liczba ta nie tylko się nie zmniejszy, lecz przeciwnie, będzie rosła; przewiduje się ok. 140 % wzrostu zatrudnienia w przemyśle do r. 1990 (tj. o ponad 1,6 miliona pracowników — w stosunku do ponad 4 milionów zatrudnionych obecnie). Nie ludźmy się, że w końcu naszego stulecia dominującym stanowiskiem roboczym będzie klimatyzowana kabina, izolowana od uciążliwości produkcji, skąd pracownik kieruje urządzeniami automatycznymi. Czy jednak w najbliższych dziesięcioleciach można liczyć na to, że nowe metody produkcji wyeliminują uciążliwości pracy? Wydaje się, że można przewidywać następujące zmiany w tym zakresie: obciążenie fizyczne będzie skutecznie eliminowane, podczas gdy obciążenie umysłowe, a zwłaszcza zaangażowanie układu nerwowego będzie wzrastało. Mianowicie technolodzy, dążąc do intensyfikacji produkcji, rozkładają proces wytwórczy na czynności cząstkowe, jak najbardziej powtarzalne i najmniej skomplikowane. Dzięki temu większość czynności może przejąć maszyna, która narzuca coraz szybszy rytm pracy. Supremacja maszyny powoduje szereg skutków ujemnych dla zdrowia, ponieważ możliwości biologiczne i psychiczne człowieka są odmienne od mechanicznej sprawności maszyny.

Skutki fizjologiczne wynikają z ograniczenia aktywności fizycznej i z zaangażowania w pracę tylko nielicznych mięśni.

Skutki psychiczne wynikają z monotonii pracy przy równoczesnym stałym napięciu uwagi. Udział tylko w wąskim (cząstkowym) wycinku procesu wytwarzania nie zaspokaja wrodzonych cech pracownika — takich jak ambicja twórcza, potrzeba przejawiania inicjatywy, chęć wykorzystania własnych uzdolnień i przyzwyczajęń, pozbawia wglądu w sens i wartość wytwarzanych produktów. Pozornie praca staje się lżejsza, w rzeczywistości jednak zdrowie ludzkie zagrożone jest w inny sposób, np. wskutek znużenia wywołanego jednostajnością czynności roboczych, wskutek nerwicotwórczych kompleksów wywołanych pracą cząstkową oraz wskutek innych urazów psychicznych.

Warunki przebywania w miejscu pracy ulegają również zmianom. Dzięki postępowi tech-

niczemu można izolować pracownika od wielu zagrożeń, jak np. od urazów mechanicznych i pyłów. Równocześnie jednak pojawia się nowe zagrożenie w wyniku np. chemizacji procesów technologicznych, coraz większego hałasu wskutek liczniejszego parku maszynowego, stosowania substancji promieniotwórczych, naruszenia równowagi w jonosferze. Wiele z tych nowych zagrożeń, jak np. hałas i wstrząsy, koncentracja dużej liczby stanowisk roboczych w coraz większych zakładach, eliminowanie oświetlenia dziennego w halach fabrycznych, izolowanie pracownika od kojącego wpływu środowiska przyrodniczego — obciąża dodatkowo układ nerwowy.

Odporność na uciążliwe warunki pracy zależy w dużym stopniu od ogólnych warunków życia, tzn. od warunków, w jakich mieszkamy, odpoczywamy itp., które wpływają na to, że warunki pracy odczuwamy jako bardziej lub mniej uciążliwe. Tymczasem warunki te nie sprzyjają regeneracji układu nerwowego, intensywnie zaangażowanego w czasie pracy zawodowej. Podobnie jak w pracy, zmiany zachodzące w warunkach bytowych przyczyniają się wprawdzie do ograniczenia wysiłku fizycznego, równocześnie jednak dodatkowo obciążają układ nerwowy. Wpływa na to m. in. przebywanie w coraz większych skupiskach ludzi (wskutek intensywnej urbanizacji), gdzie coraz trudniej jest (choćby czasowo) izolować się od otoczenia (a więc w warunkach sprzyjających konfliktom międzyludzkim), wśród wzmagającego się hałasu i spalin motoryzacji, w stałym pośpiechu narzuconym przez tzw. wielkomiejski styl życia. W rezultacie przyczyny, które nadwyreżają nasz układ nerwowy w pracy i poza pracą sumują się i zmniejszają odporność organizmu na tzw. choroby cywilizacji, które powszechnie zagrażają.

Zakres przeciwdziałania zagrożeniom w pracy musi być znacznie szerszy, aniżeli dawniej, gdy chodziło przede wszystkim o zabezpieczenie pracownika przed przeciążeniem fizycznym i przed urazami mechanicznymi. Obecnie trzeba go również chronić przed psychicznymi konsekwencjami stosowania nowych metod produkcji.

Przeciwdziałanie zagrożeniom zmierza przede wszystkim do eliminowania (lub przynajmniej ograniczenia) czynników szkodliwych dla zdrowia i samopoczucia, a gdy to okazuje się niemożliwe — do stworzenia warunków kompensujących, sprzyjających najszybszej regeneracji. Czynniki szkodliwe eliminuje się m. in. przez zorganizowanie pracy w sposób bezpieczny, higieniczny i wygodny, starając się jak najbardziej zaangażować w pracę kwalifikacje, zamiłowania i ambicje pracownika. Warunki kompensujące uzyskuje się m. in. przez należyte zorganizowanie wypoczynku w czasie dnia pracy i po pracy, przez profilaktykę zdrowotną, przez szeroki zasięg usług dla załogi, przez wyższy standard wyposażenia miejsc pracy, przez dbałość o estetykę. Przedsięwzięcia zmierzające do poprawy warunków pracy przynoszą korzyści nie tylko społeczne w dziedzinie ochrony zdrowia i w dziedzinie integracji załogi z zakładem. Przyno-

szą również korzyści ekonomiczne, ponieważ wpływają na zmniejszenie liczby wypadków i absencji chorobowej, na mniejszą fluktuację załogi (a więc koszty szkolenia są niższe), na wyższą wydajność i lepszą jakość pracy (nie tylko wskutek dogodniejszego zorganizowania miejsca pracy, ale również dzięki silniejszej więzi łączącej załogę z zakładem).

W dotychczasowych rozważaniach starałem się udowodnić, że problem ergonomii warunków pracy pozostanie nadal aktualny bez względu na zachodzące zmiany w technologii, zmierzające do coraz intensywniejszej mechanizacji produkcji i do stopniowej jej automatyzacji.

Przedsięwzięcia ergonomiczne wymagają jednak zaangażowania finansowego w postaci nakładów inwestycyjnych i środków na użytkowanie i konserwację tych przedsięwzięć. Powstaje zatem kolejna wątpliwość, który ze sposobów realizowania zasad ergonomii w praktyce jest najskuteczniejszy i najtańszy?

Jak dotąd — powszechnie utożsamia się działalność ergonomiczną z dążeniem do poprawy warunków pracy ludzkiej w czynnych zakładach.

W ostatnich latach warunki te stały się przedmiotem szczególnej troski najwyższych czynników partyjnych i rządowych — na równi z warunkami produkcji. W praktyce wyrazem tej troski były różne akcje mające na celu usuwanie najbardziej rażących zaniedbań w stosunku do potrzeb załóg. W wyniku tych akcji w wielu zakładach przywrócono pierwotne przeznaczenie pomieszczeniom sanitarnym i socjalnym, zaanektowanym do celów produkcji, uruchomiono nieczynne natryski, odremontowano uszkodzone podłogi, będące przyczyną niejednego wypadku.

Mamy nadzieję, że dyrekcje zakładów i przedsiębiorstw — nie tylko wskutek odgórnej presji — wykażą stałą troskę o warunki pracy, o usuwanie każdego zaniedbania uciążliwego dla załogi. Wtedy — przypuszczalnie — zwróca uwagę na najważniejsze zaniedbania, których usunięcie jest bardziej kłopotliwe — aniżeli tych, o których powyżej wspominałem. Może wreszcie zwentylowane zostaną mechanicznie te hale, gdzie aeracja okazała się nie wystarczająca, czy choćby znajdzie się sposób na regularne mycie świetlików, na których od bardzo dawna osiada coraz grubsza warstwa brudu nieprzepuszczającego światła dziennego. Te i tym podobne akcje realizowane czy postulowane mają jedną wspólną cechę: zmierzają do poprawy warunków pracy, do usunięcia zagrożenia zdrowia, korygują stan istniejący. Jest to działanie interwencyjne, które w nomenklaturze fachowej określamy jako ergonomię korekcyjną.

Jednak w stosunku do takiej metody ergonomicznego działania można mieć wiele zastrzeżeń. Metoda ta dopuszcza bowiem do powstania zagrożeń zdrowia, czy innych uciążliwości w pracy, które dopiero później — ex post — staramy się zwalczać. W praktyce bywa na ogół mało skuteczna, gdyż trzeba zadowalać się połowicznymi środkami poprawy biorąc pod uwagę istniejący stan rzeczy, np. w czynnym zakładzie.

Jest ona kosztowna i kłopotliwa, gdyż roboty zmierzające do poprawy warunków pracy kolidują na ogół z wykonywaną równocześnie produkcją. Znacznie skuteczniejszą i bardziej ekonomiczną metodą jest działanie profilaktyczne „od początku”, które określamy jako ergonomię prewencyjną lub koncepcyjną; ma na celu niedopuszczenie do powstania zagrożenia. Koszty takiego działania zwiększają ogólne nakłady inwestycyjne tylko w nieznacznym procencie, natomiast uzyskuje się optymalne korzyści społeczne i ekonomiczne.

Wyższość działania profilaktycznego będzie stawała się coraz bardziej oczywista w miarę, gdy czynniki zagrażające zdrowiu będą coraz bardziej obciążały układ nerwowy. Skutki bowiem tego obciążenia ujawniają się dopiero po dłuższym czasie, wtedy gdy zdrowie pracownika jest już nadszarpnięte w sposób nieodwracalny, a więc gdy jest już za późno na działanie interwencyjne.

Powyższy pogląd można łatwo uzasadnić choćby na przykładzie różnych sposobów zwalczania hałasu stosowanych w praktyce.

Na ogół wzywa się akustyka dopiero po uruchomieniu zakładu, gdy nadmierna ilość decybeli wpływa na obniżenie wydajności pracy i gdy lekarz stwierdza ubytki słuchu wśród pracowników. Wtedy akustyk usiłuje obniżyć głośność oraz wibrację maszyn i urządzeń za pomocą wykładania ścian i sufitu materiałami dźwiękochłonnymi, za pomocą ekranów i zasłon tłumiących, elastycznych podkładek pod maszyny, obijania ram okiennych paskami blachy lub gumy, stosowania kabin dźwiękoszczelnych, ochron osobistych (nauszniki, wkładki do uszu, obuwie antywibracyjne itp.). Zabiegi te o charakterze działalności interwencyjnej są mało skuteczne, koszt ich natomiast jest znaczny.

Tymczasem akustyk współpracując z zespołem projektującym zakład od najwcześniejszej fazy projektowania, mógłby wskazać znacznie skuteczniejsze sposoby zwalczania hałasu, jak np. umieszczenie wydziałów hałaśliwych w oddzielnym budynku, z dala od obiektów wymagających ciszy, wykorzystywanie naturalnych przeszkód (kierunek przeważnie panujących wiatrów, wzniesienia terenu, wysoka zieleń) — przeciwdziałających rozprzestrzenianiu się hałasu, wykorzystywanie w tym samym celu — jako ekranów akustycznych — obiektów o nielicznej załodze, gdzie hałas nie jest szkodliwy (np. magazyny), stosowanie rozwiązań technologicznych i konstrukcyjnych w celu wyciszenia „u źródła” procesu produkcji i pracy poszczególnych maszyn, antywibracyjne fundamenty pod maszyny, unikanie sklepień o kształtach, które ogniskują fale dźwiękowe i potęgują hałas wewnątrz, wielowarstwową konstrukcję ścian i stropów itp. Znaczna część profilaktycznych zaleceń akustyka nie podwyższa nakładów inwestycyjnych.

Jeśli uznamy wyższość działania profilaktycznego — to konsekwentnie musimy uznać, że punktem ciężkości staje się problem dobrego zaprojektowania zakładu, z uwzględnieniem w optymalnym stopniu potrzeb załogi — podobnie

jak uwzględnia się wymagania techniki i ekonomii. W „dobrym” projekcie można np. przewidzieć takie rozwiązania techniczne, które wykluczają lub przynajmniej zmniejszają możliwość wypadku. Warto poświęcić temu problemowi więcej uwagi — wobec wagi zagadnienia (liczba śmiertelnych wypadków przy pracy wynosi ok. 100 tys. rocznie w skali światowej, w Polsce szacuje się wielkość strat z powodu wypadków przy pracy na kwotę 16—20 mld zł rocznie).

W sprawozdawczości wypadki przy pracy są oceniane powierzchownie i schematycznie. Tymczasem — przy bardziej wnikliwej analizie tych wypadków z uwzględnieniem przyczyn pośrednich — można wyciągnąć nie jedno spostrzeżenie, które powinno być profilaktycznie wykorzystane już w fazie projektowania.

Często jako przyczynę wypadku podaje się lekkomyślne, nieumiejętne czy niezgodne z przepisami zachowanie robotnika. Takie stwierdzenie nie powinno jednak demobilizować projektantów, którzy muszą być przeświadczeni o tym, że w racjonalnie zorganizowanym zakładzie zmniejsza się możliwość wypadku nawet wtedy, gdy robotnik zachowuje się lekkomyślnie, nieumiejętnie czy niezgodnie z przepisami.

Wiadomo, że w okresie intensywnej industrializacji i znacznej fluktuacji załóg — stale zgłasza się do pracy wielu młodych robotników (często przybyłych ze wsi), nieobitych z warunkami pracy, nieświadomych zagrożeń i lekceważących przepisy bhp. Dlatego zakłady produkcyjne muszą być projektowane ze szczególnym uczuleniem na stworzenie najbardziej bezpiecznych warunków pracy, podobnie jak projektuje się szkoły stosując zabezpieczenia wykluczające skutki lekkomyślności młodzieży (np. poręcze

schodowe uniemożliwiające zjeżdżanie po tych poręczach).

Analiza wypadków pod kątem profilaktyki budowlanej wykazałaby niewątpliwie — jako pośrednie przyczyny wypadków — różne niedomagania rozwiązań budowlanych, jak np.:

- niebezpieczne skrzyżowania dróg transportu i przejść dla pieszych (m. in. brak barier, sygnałów ostrzegawczych); nietrwałe nawierzchnie drogowe, łatwo ulegające uszkodzeniu;
- zagrożenie ze strony transportu górnego (m. in. ciężkie wypadki wskutek zetknięcia się z suwnicą w ruchu lub wskutek upadku przewożonych przedmiotów);
- zapylenie i niedostateczne oświetlenie elektryczne tras komunikacyjnych i stanowisk pracy, zwłaszcza na otwartej przestrzeni;
- brak osłon, zabezpieczeń i znaków ostrzegawczych wokół maszyn, dołów i zagłębień, brak barier, poręczy i obrzeży;
- śliskie posadzki i pomosty bez zabezpieczeń; (2% wszystkich urazów spowodowane jest poślizgiem);
- niewygodne drabiny, wadliwie wykonane schody (częste wypadki wskutek zahaczenia obcasem o wystającą blachę w stopniach betonowych z żelaznymi krawężnikami, po wykruszeniu się betonu);
- niedostateczne, rażące lub zbyt kontrastowe oświetlenie na stanowiskach pracy (10—25% wypadków przy pracy spowodowanych jest złym oświetleniem);
- brak kolorystycznego różnicowania przewodów, co bywa przyczyną niewłaściwego podłączenia urządzeń elektrycznych, cieczy (pary) lub gazu.

(dokończenie w numerze następnym)

mgr inż. Kazimierz Cianiara

Fizyczna interpretacja wytwarzania SEM przez oddziaływanie pól magnetycznych na przewodniki Część I

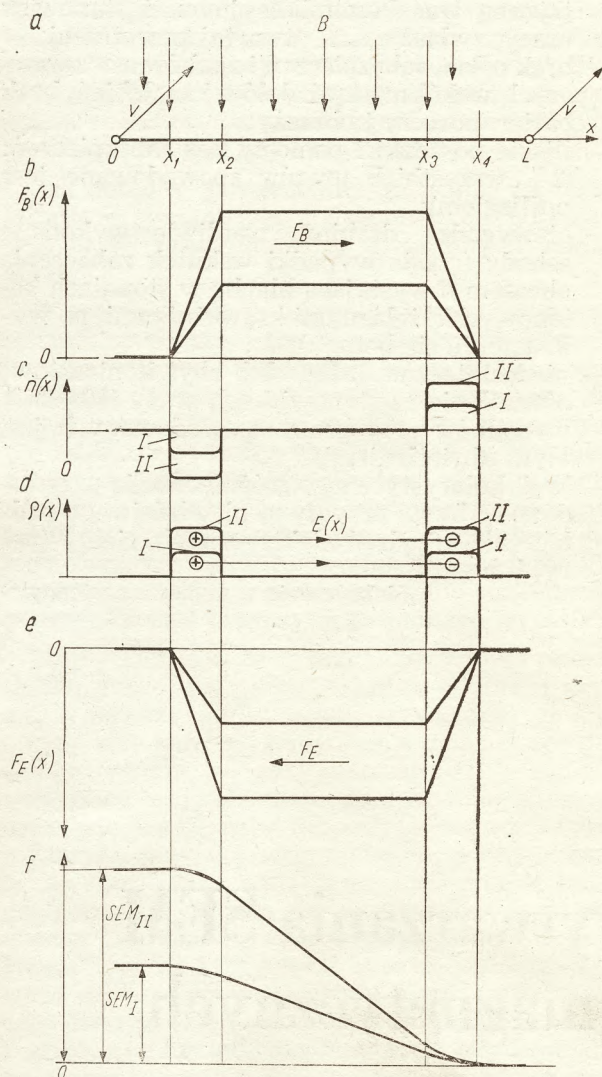
Przedstawione w artykule rozważania są oryginalną koncepcją autora. Wykorzystując podstawowe prawa elektrotechniki określające siły wywierane przez pola magnetyczne i elektryczne na nośniki ładunków elektrycznych oraz zależności pól elektrycznych od ładunków elektrycznych opisano zjawiska fizyczne występujące przy generacji SEM. Artykuł podzielono na dwie części. W części pierwszej rozpatrzono oddziaływanie stałych pól magnetycznych na ruchome przewodniki, a w części drugiej oddziaływanie zmiennych pól magnetycznych na nieruchome przewodniki.

Zjawiska fizyczne zachodzące przy generacji SEM w przewodniku poruszającym się w stałym polu magnetycznym

W elektrotechnice korzysta się ze znanego prawa Lentz'a, które określa wartość SEM wzbudzonej w przewodniku przecinającym linie sił pola magnetycznego wg wzoru $SEM = vIB$, gdzie v jest prędkością poruszania się przewodnika, prostopadłą do kierunku pola magnetycznego, l — długością czynną przewodnika i B in-

dukcją magnetyczną. Postaramy się teraz wyjaśnić w czym tkwi źródło tej SEM.

Na rysunku 1 przedstawiono schematycznie przewodnik OL poruszający się w polu magnetycznym ze stałą prędkością v prostopadłą do indukcji B . Zakładamy, że indukcja magnetyczna na końcach przewodnika — odcinki x_1x_2 i x_3x_4 — maleje liniowo od wielkości maksymalnej do zera. W poruszającym się przewodniku zawarty jest ładunek ujemny w postaci elektronów przewodzenia mających możliwość poruszania się w przewodniku oraz równoważny ładunek dodatni w postaci praktycznie nieruchomych dodatnich jonów metalu. Siła wywierana przez pole magnetyczne o indukcji B na elektron zmie-



Rys. 1. Przebieg rozpatrywanych wielkości wzdłuż ruchomego przewodnika w stałym polu magnetycznym (stan ustalony)

a — poruszający się przewodnik w polu magnetycznym, b — $F_B(x)$ — siła wywierana na elektron przez pole magnetyczne, c — $n(x)$ — koncentracja elektronów przewodzenia, d — $\rho(x)$ — gęstość przestrzennego ładunku elektrycznego, e — $F_E(x)$ — siła wywierana na elektron przez pole elektryczne E, f — potencjał elektryczny wzdłuż przewodnika

niający swe położenie wraz z przewodnikiem wyraża się wg prawa Lentz'a wzorem $F_B = [evB]$, a gdy v jest prostopadłe do B to $F_B = evB$.

Dla warunków przyjętych na rysunku 1a siła F_B ma kierunek wzdłuż przewodnika i stara się przesuwać elektrony w prawo (rys. 1b). Obowiązuje tu reguła lewej ręki z tym, że prąd elektronów i_- ma kierunek przeciwny niż prąd konwencjonalny i_+ . Prękość elektronu v jest prędkością przesuwania przewodnika (stałe ulegająca zmianom prędkość termiczna elektronu w metalu średnio w makroskopowych odcinkach czasu względem dowolnego kierunku ma wartość równą zeru).

W efekcie działania siły F_B w prawym końcu przewodnika wytworzy się nadmiar elektronów, a więc ładunek ujemny, zaś w lewym końcu ubytek elektronów a więc nadmiar ładunku dodatniego, gdyż koncentracja dodatnich nieruchomych jonów będzie większa od koncentracji elektronów (rys. 1c i 1d). Wywołane przez te przestrzenne ładunki pole elektryczne w przewodniku E wywiera na elektrony siły równe $F_E = -eE$. Siły F_E (rys. 1e) starają się przesuwać elektrony z prawej strony w lewo, a więc przeciwdziałają siłom od pola magnetycznego i w ten sposób, wytwarza się stan równowagi. Można by wysunąć zastrzeżenia co do pokazanego na rys. 1c przebiegu zmienności koncentracji elektronów a mianowicie, czy koncentracja ta nie jest zmienna na całej długości czynnej przewodnika. Taki rozkład koncentracji elektronów wzdłuż przewodnika byłby jednoznaczny z wystąpieniem ładunków przestrzennych wzdłuż przewodnika a więc i zmiennego pola elektrycznego wzdłuż przewodnika, a tym samym nie byłoby możliwości skompensowania sił od indukcji magnetycznej, które są stałe prawie na całej długości przewodnika.

Na rysunku 1 pokazano przebiegi zjawisk dla dwóch różnych sił pochodzących od indukcji magnetycznej, krzywe oznaczone symbolem II odnoszą się do przypadku wzbudzenia dwukrotnie większej SEM niż w przypadku oznaczonym I. Zmienne koncentracje elektronów, jak to pokazano na rysunku występują tylko na tych odcinkach przewodnika, które znajdują się pod wpływem zmiennej wartości indukcji magnetycznej tj. na odcinkach x_1x_2 i x_3x_4 . Rozszerzenie stref ładunków przestrzennych poza te odcinki, tj. poza strefy zmienności sił od pola magnetycznego spowodowałoby wystąpienie pola elektrycznego na zewnątrz tych odcinków, które niczym nie mogło by być skompensowane, a więc nie można by uzyskać stanu równowagi. W stanie równowagi rozkład ładunków przestrzennych w odcinkach x_1x_2 i x_3x_4 musi być taki, aby wytwarzane pole elektryczne równoważyło zmienne tutaj siły od pola magnetycznego. Z podanych wyjaśnień wynika oczywisty wniosek, że wzbudzenie SEM w precie jest możliwe tylko wtedy, gdy pret ten jest z materiału, w którym występują elektrony przewodzenia.

Siła wywierana przez pole elektryczne E na pojedyncze elektrony nieruchome lub drwuiące w przewodniku równa się $F_E = -eE$ (siła ta ma przeciwny kierunek niż pole elektryczne — rys. 1e). W stanie równowagi mamy $F_B + F_E = 0$. Z warunku tego wynika, że $evB(x) = eE(x)$, a więc że $E(x) = vB(x)$.

Wyprowadzone zależności są ważne dla przypadku, gdy B jest prostopadłe do v i do x . Mno-

żąc obie strony tego równania przed dx i całkując je na całej długości l otrzymujemy $\int_l E(x)dx = \int_l vB(x)dx$.

Przyjmując, że $E(x)$ i $B(x)$ mają stałe wartości na całej długości pręta l otrzymujemy $El = vBl$. Zgodnie z definicją napięcia tj. że napięcie równa się pracy przesunięcia jednostkowego ładunku na drodze występującego pola elektrycznego otrzymujemy, że $U = vB$. W stanie bezprądowym $U = SEM$ stąd $SEM = vB$, tj. podane na początku prawo Lorentz'a.

Warto zaznaczyć, że zarówno siły od pola magnetycznego jak i siły od pola elektrycznego działają nie tylko na elektrony przewodzenia, ale i na tkwiące w siatce krystalicznej jony dodatnie. Siły te jednak w stanie równowagi kompensują się tak samo jak siły działające na elektrony przewodzenia.

W efekcie wystąpienia przestrzennych ładunków w odcinkach x_1x_2 i x_3x_4 , których wszystkie linie sił biegą wzdłuż przewodnika, w przewodniku wystąpi potencjał elektryczny (rys. 1f). Ze względu na wzajemne pojemności poszczególnych części przewodnika i jego pojemności w stosunku do innych sąsiednich przewodników, uzyskanie takich potencjałów przez przewodnik uwarunkowane jest jednoczesnym wystąpieniem odpowiednich ładunków powierzchniowych w przewodniku. Ładunki te, tak samo jak ładunki przestrzenne, zostają wytworzone na skutek przepływu elektronów pod wpływem przewagi siły F_B nad stopniowo wzrastającą siłą F_E .

Prześledzimy teraz zjawiska, gdy do zacisków przewodnika OL podłączymy opornik. Przed przyłączeniem opornika wszystkie ładunki powierzchniowe związane są między sobą, względnie z innymi ładunkami wyindukowanymi w sąsiednich przewodnikach liniami sił przebiegającymi poza przewodnikiem. Po założeniu opornika część tych ładunków zwiąże się liniami sił biegnącymi w oporniku, wytwarzając w nim pole elektryczne, przez co część ładunków powierzchniowych zaczyna zanikać, powodując tym samym obniżanie się różnicy potencjałów na obu końcach przewodnika, a ponieważ o potencjałach tych decydują ładunki przestrzenne w x_1x_2 i x_3x_4 , stąd jednocześnie musi wystąpić obniżenie tych ładunków, które spłyną razem z ładunkami powierzchniowymi przez opornik. Tak więc przyłączenie opornika spowoduje obniżenie pola elektrycznego w przewodniku a więc wystąpi przewaga siły F_B nad aktualnie występującą siłą F_E .

Siła wypadkowa $\Delta F = F_B + F_E$ spowoduje stały przepływ elektronów w przewodniku, prąd ten musi być oczywiście taki sam jak prąd w oporniku. Siły F_B pokonując przeciwne siły F_E powodują przepływ prądu w przewodniku, który jest źródłem prądu. Przepływ prądu w oporniku (odbiorniku) wywołany jest wyłącznie siłami od pola elektrycznego.

W podanych interpretacjach nie naświetlono jeszcze tzw. spadku napięcia na oporze wewnętrznym źródła prądu. Przy przepływie prądu przez przewodnik (źródło prądu) siła wypadkowa ΔF działająca na elektrony zależy od oporu napotykanego przy przepływie elektronów.

Siła ta musi być tym większa im większy jest prąd i im większy jest opór przewodnika, wynika to z następującej zależności $i_- = k\sigma\Delta F$ lub

$$\Delta F = \frac{i_-}{k\sigma}, \text{ gdzie } k \text{ jest współczynnikiem pro-}$$

porcjonalności a σ jest przewodnością właściwą przewodnika. Wzrost wypadkowej siły ΔF przy niezmiennionej sile F_B można uzyskać tylko przez zmniejszenie siły F_E , a więc przez zmniejszenie ładunków w x_1x_2 i x_3x_4 . Reasumując podane wywody, źródło prądu można by scharakteryzować w sposób następujący: siły od pola magnetycznego działające na elektrony przewodzenia wywołują ładunki na zaciskach źródła, część tych ładunków (ładunki przestrzenne) wywołuje pole elektryczne wzdłuż źródła prądu, a reszta ładunków (ładunki powierzchniowe) wywołuje pole poza przewodnikiem źródła. Pole elektryczne wzdłuż przewodnika przeciwdziała sile od pola magnetycznego w takim stopniu, aby przewaga sił od pola magnetycznego była wystarczająca do przepuszczenia przez przewodnik takiego prądu, jaki ustalili się w obwodzie po założeniu odbiornika. SEM źródła w stanie bezprądowym równa się $\int_l Edl$ na całej długości źródła lub mówiąc inaczej jest równa różnicy potencjałów na zaciskach źródła. Przy obciążeniu $\int_l Edl$ równa się napięciu na zaciskach źródła U . W praktyce stosuje się zależność $U = SEM - IR$, gdzie SEM jest równe vB w warunkach obciążenia (odnośnie v i B). Przy obciążeniu SEM jako różnica rzeczywiście występujących potencjałów ztraca swój sens, gdyż takie potencjały w źródle nie występują. W podanym wzorze SEM jest więc wielkością fikcyjną, z której korzysta się bez szkody dla wyliczanych wartości.

Do tej pory rozpatrywaliśmy zjawiska, gdy przewodnik poruszał się w stałym polu magnetycznym. W maszynach prądu stałego wartość indukcji magnetycznej jaką przecina prostopadle do niej wirujący przewodnik, ulega cyklicznym zmianom wg zależności $B(t) = B_0 \sin \omega t$, a sama siła działająca na elektron wg zależności $F_B(t) = F_0 \sin \omega t$, gdzie F_0 jest amplitudą zmieniającej się siły a ω jest prędkością kątową wirowania przewodnika (przy maszynie dwubiegunowej).

Załóżmy, że utrzymujemy przez pewien czas stan równowagi tzn. że siła wywierana na elektron przez pole magnetyczne jest równoważona przez siłę pochodzącą od pola elektrycznego. Wychodząc z tego stanu przewód zaczyna wirować a indukcja magnetyczna i siła przez nią wywierana zmienia się cyklicznie. W momencie rozpoczęcia wirowania siła miała wartość maksymalną F_0 . W miarę zmniejszania się siły F_B powstaje przewaga siły od pola elektrycznego F_E i skutkiem tego występujący do tej pory nadmiar elektronów w prawym końcu przewodnika i niedobór elektronów w lewym końcu jest stopniowo likwidowany (rys. 1). W chwili gdy F_B staje się równe zero i zmienia kierunek, siła od pola elektrycznego nadal stara się przesunąć elektrony w lewo, w czym zaczyna jej pomagać siła F_B , co trwa aż do chwili zmiany znaku ładunków na końcach przewodnika. Z podanego opisu zjawiska wynika, że mamy tu do czynienia

nia z klasycznym przykładem zjawisk oscylacyjnych przesuniętych w czasie. Przepływ elektronów czyli prąd i_- przepływa wzdłuż pręta między punktami x_1 i x_4 . Siła F_E zależy od prądu i_- , gdyż prąd ten wytwarza ładunki elektryczne na końcach pręta, które wywołują pole elektryczne i siły F_E . Z kolei prąd w pręcie zależy od wypadkowej siły $\Delta F = F_B + F_E$ i od oporności pręta (R, L). W rezultacie tych zależności w pręcie będzie płynął prąd i_- , który ma pewne przesunięcie fazy w stosunku do siły $F_B(t) = F_0 \sin \omega t$ i do siły F_E , będzie natomiast w fazie z wypadkową siłą ΔF .

Niezależnie od podanego prądu i_- zmieniającego ładunki przestrzenne na końcach pręta przy okresowej zmianie potencjałów pręta zmianie ulegają również wyżej opisane ładunki powierzchniowe w pręcie tak, że przez pręt płynie prąd zmieniający zarówno ładunki przestrzenne jak i ładunki powierzchniowe.

Z podanych rozważań wynika, że przy biegu luzem generatora w poszczególnych prętach uzwojenia płyną prądy zmienne. Prądy te nie tworzą żadnego obiegu zamkniętego, ale płyną w każdym pręcie oddzielnie na drodze między jego końcami. Bez względu na wartość tych prądów w stosunku do prądów występujących przy obciążeniu generatora jest nieznaczna. Rozpatrując natomiast napięcie na zaciskach generatora prądu stałego jako sumę napięć w szeregu połączonych prętów, w których aktualnie występuje taki sam kierunek napięcia, to układ taki można w uproszczeniu rozpatrywać jako pojedynczy przewodnik, w którym wzbudzana jest stała SEM, a więc tak jak poprzednio rozpatrywany przewodnik poruszający się ze stałą prędkością w stałym polu magnetycznym. Tu jest tylko ta różnica, że przy biegu luzem generatora w prętach jego uzwojenia przepływają prądy zmienne, gdy w rozpatrywanym oddzielnym pręcie prądy takie nie występowały. Przy obciążeniu generatora w poszczególnych prętach uzwojenia, poza wyżej opisanymi prądami zmiennymi, popłyną prądy wynikające z obciążenia generatora, będą to również prądy zmienne (prąd stały generatora uzyskujemy dzięki komutatorowi). Przepływ tego sumarycznego prądu uwarunkowany jest wystąpieniem odpowiedniej zmiennej siły wypadkowej $\Delta F(t) = F_B(t) + F_E(t)$. Siła ta działa oczywiście nie tylko na elektrony przewodzenia, powodując przepływ prądu, ale działa również na nieruchome jony dodatnie w pręcie, z tym, że kierunek jej działania jest przeciwny ze względu na inny znak ładunku. Tak więc na pręty uzwojenia wywierane są zmienne siły poosiowe — siły te są jednak nieznaczne, ($\Delta F/F_B$ wynosi zwykle kilka procent). Poza tymi siłami w prętach uzwojenia występują jeszcze siły poprzeczne, które dalej będą omawiane.

Jako ciekawostkę należy uznać to, że wirowanie przestrzennych ładunków elektrycznych skupionych w odcinkach x_1x_2 i x_3x_4 oraz pojemnościowych ładunków powierzchniowych na połączeniach czołowych uzwojeń można traktować jako przepływ prądu elektrycznego, wytwarzającego w koło siebie pole magnetyczne. Efekt jest taki jakby przy powierzchni czołowej twor-

nika znajdował się nieruchomy przewodnik, w którym płynie prąd zmieniający kierunek przy przejściu z jednej podziałki biegunowej do drugiej. Zjawisko to w szybkobieżnych maszynach WN (stosunkowo duże ładunki elektryczne) może już jest możliwe do wykrycia, choć nie wydaje się, aby zakłócenie pola magnetycznego maszyny z tego powodu miało jakieś praktyczne znaczenie.

Korzystając z podanych rozważań i wyprowadzonych zależności, warto opisać jeszcze zjawiska występujące w izolacji prętów uzwojeń maszyn prądu stałego oraz zjawiska występujące przy wytwarzaniu i przenoszeniu momentu obrotowego.

a. Zjawiska występujące w izolacji uzwojeń twornika

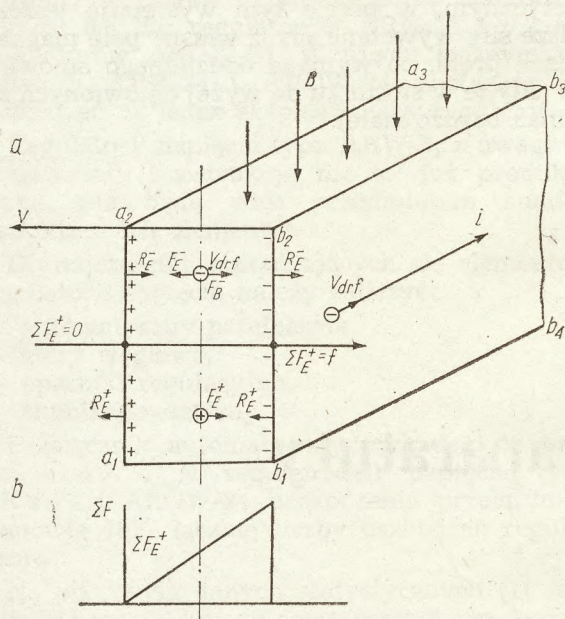
Izolację pręta generatora można traktować jako rurę z materiału izolacyjnego. Izolacja ta naprężona jest siłami prostopadłymi do jej powierzchni pochodzącymi od pola elektrycznego, którego wielkość zależy od potencjału pręta w stosunku do masy żelaza i od grubości izolacji. W prętach generatora połączonych szeregowo najwyższe potencjały występują oczywiście w skrajnych prętach aktualnie przylegających do zacisków generatora. Potencjały te maleją stopniowo do zera w prętach środkowych. Niezależnie od tych naprężeń elektrycznych izolacji na powłoki elektronowe i jądra atomowe materiału izolacji działają pewne siły od pola magnetycznego F_B ponieważ w materiale izolacji ze względu na brak elektronów przewodzenia nie występuje żadne pole elektryczne podłużne, które by osłabiało siły od pola magnetycznego. W efekcie występowania tych sił w rurze izolacyjnej występują wzdłużne naprężenia mechaniczne, objawiające się odkształceniem powłok elektronowych oraz odkształceniem krystalicznej siatki materiału izolacji.

b. Zjawiska występujące przy wytwarzaniu i przenoszeniu momentów obrotowych maszyn prądu stałego

Przy analizie zjawisk zachodzących przy oddziaływaniu pola magnetycznego na elektrony w wirującym przewodniku, należy rozróżnić dwa rodzaje sił w zależności od stanu ruchowego elektronu w stosunku do samego przewodnika.

Pierwszy rodzaj sił to siły działające na elektron w przewodniku wirującym w polu magnetycznym, gdy elektron ten jest „nieruchomy” w stosunku do samego przewodnika bądź dryfuje z dowolną prędkością wzdłuż przewodnika. W obu przypadkach elektron w kierunku prostopadłym do przewodnika ma tę samą prędkość v , tj. prędkość wirowania przewodnika. Siła ta opisana poprzednio ma kierunek wzdłuż przewodnika i powoduje przepływ (dryfowanie) elektronów, dzięki czemu w przewodniku wytwarzają się ładunki elektryczne i tym samym SEM. Z chwilą, gdy elektrony już dryfują w przewodniku to występuje jednocześnie drugi rodzaj sił. Według reguły Lentz’a siły te prze-

ciwdziałają przyczynie występowania tego ruchu elektronów, którą jest wirowanie przewodnika, a więc przeciwdziałają sile mechanicznej wywołującej obrót przewodnika. Zgodnie z wykorzystywanym już prawem Lentz'a, pole magnetyczne o indukcji B wywiera na elektron dryfujący z prędkością $\vec{V}_{drf}$ siłę poprzeczną do prądu $\vec{F}_B = e [\vec{V}_{drf} \cdot \vec{B}]$, a gdy B jest prostopadłe do $\vec{V}_{drf}$, jak to jest w rozpatrywanym przypadku, to $F_B = eV_{drf}B$, a kierunek tej siły określa się według reguły lewej ręki tak jak dla kierunku prądu konwencjonalnego, który jest przeciwny niż V_{drf} elektronów. Na rysunku 2a przedstawiono fragment pręta wirującego



Rys. 2. Fragment pręta wirującego w polu magnetycznym z zaznaczeniem sił występujących w przecie

z prędkością v w polu magnetycznym o indukcji B . Wystąpienie siły $\vec{F}_B$ powoduje, że dryfujące elektrony przewodzenia skupiają się na płaszczyźnie $b_1b_2b_3b_4$ (patrz rys. 2a) wywołując jednocześnie ich ubytek w płaszczyźnie $a_1a_2a_3a_4$. Wytworzone elektryczne ładunki powierzchniowe na tych płaszczyznach wywołują stałe elektryczne pole poprzeczne E , które wywiera na dryfujące elektrony siły $\vec{F}_E = -eE$. Narastanie ładunków i tym samym pola E trwa tak długo aż siła $\vec{F}_B$ zostanie zrównoważona siłą $\vec{F}_E$ i od tego momentu ruch elektronów odbywa się już bez zakłóceń poosiowo. Zjawisko to znane jest pod nazwą efektu Hall'a.

Na rysunku 2a zaznaczono dla przykładowo wybranego elektronu siły $\vec{F}_B$ i $\vec{F}_E$ oraz rozkład ładunków wytwarzających pole elektryczne. Wywieraniu siły $\vec{F}_E$ na dryfujący elektron przez pole elektryczne towarzyszy występowanie sił reakcji działających na ładunki elektryczne wytwarzające to pole. Siły te oznaczono symbolem R_E . Ponieważ ładunki powierzchniowe są fizycznie związane z prętem stąd siły R_E działają bezpośrednio na powierzchnie boczne pręta, tak jak to zaznaczono dla wybranego elektronu.

Wytworzone poprzeczne pole elektryczne działa również i na nieruchome w przecie jony dodatnie metalu z siłą F_E^+ . Analogicznie jak przy sile działającej na elektron tak i tutaj siła F_E^+ wywołuje siły reakcji działające na ładunki powierzchniowe a więc i na powierzchnie boczne pręta. Siły te oznaczono symbolem R_E^+ . Na rysunku 2a zaznaczono siły F_E^+ i R_E^+ dla przykładowo wybranego jonu. Z rysunku 2a widać, że siły R_E^- i R_E^+ dla elektronu i jonu położonych na tej samej wysokości pręta wzajemnie się równoważą (ilość elektronów przewodzenia jest taka sama jak ilość jonów dodatnich). Tak więc w rezultacie nie zrównoważone są tylko siły F_E^+ działające na jony dodatnie. Siły działające na jony znajdujące się w płaszczyźnie $a_1a_2a_3a_4$ (rys. 2a) są przekazywane na związane z nimi siłami wiązań fizycznych jony znajdujące się w przyległej płaszczyźnie i sumują się z siłami działającymi na te ostatnie, tak że suma sił występujących w kolejnych płaszczyznach od a_1-a_4 do b_1-b_4 narasta od 0 do wielkości maksymalnej równej $\Sigma F_E^+ = f$ dla wszystkich jonów znajdujących się w kawałku pręta o długości 1 cm. Wartość tej siły przedstawiono na rysunku 2a. Siła ta równa jest sumie sił F_B^- dla wszystkich dryfujących elektronów przewodzenia znajdujących się w tej samej przestrzeni.

Długość odcinka obrazującego wypadkową siłę $\Sigma F_E^+ = f$ na rysunku 2a i b nie jest w żadnej relacji do długości odcinków obrazujących siły działające na poszczególne elektrony i jony. Sumowanie odnosi się bowiem do ilości elektronów i jonów rzędu 10^{22} i zachowując tę samą skalę siła wypadkowa przybrałaby astronomiczne długości. Tak więc w efekcie wywierania sił przez pole magnetyczne na dryfujące elektrony występuje wypadkowa siła $\Sigma F_E^+ = f$ działająca prostopadłe do płaszczyzn a_1-a_4 i b_1-b_4 , której wartość rośnie od 0 w płaszczyźnie a_1-a_4 do pełnej wartości w płaszczyźnie b_1-b_4 . Siła ta ma kierunek przeciwny do prędkości wirowania v i mimo zmienności prądu w poszczególnych prętach przy ich wirowaniu wypadkowa siła f ma stały kierunek, gdyż wraz ze zmianą kierunku prądu w prętach zmienia się kierunek pola magnetycznego. Aby utrzymać stan równowagi tzn. zapewnić przepływ ustalonego prądu w tworniku, występującą poprzeczną siłę wypadkową f trzeba zrównoważyć przez wywieranie na pręty uzwojenia siły mechanicznej za pośrednictwem zębów i całego żelaza twornika oraz wału prądnicy. Przyłożenie tej siły napędowej przeciwnej sile f wywoła oczywiście naprężenia ściskające w przecie, maksymalne w płaszczyźnie b_1-b_4 malejące do 0 w płaszczyźnie a_1-a_4 .

Z podanych rozważań wynika, że wywieranie sił przez pole magnetyczne na przewodnik z prądem dokonuje się nie bezpośrednio jak to się mówi, lecz za pośrednictwem elektrycznego pola poprzecznego w przewodniku oddziałującego na nieruchome w przecie dodatnie jony metalu. Wystąpienie tego pola warunkuje możliwość

wywierania sił przez pole magnetyczne na przewodnik z prądem.

Podany sposób przenoszenia siły wywieranej na dryfujący elektron przez pole magnetyczne na jony dodatnie pręta i to za pośrednictwem poprzecznego pola elektrycznego wydawać się może trochę sztuczne. Warto więc jeszcze raz powtórzyć w skrócie dowód podanej interpretacji. Wywieranie sił przez pole magnetyczne na poruszające się elektrony wymusza wystąpienie poprzecznego pola elektrycznego, które jest konieczne dla uzyskania niezakłóconego przepływu ustalonego prądu. Wytworzone pole elektryczne działa na dryfujące elektrony i na nieruchome jony, przy czym siły działające na elektrony są równoważone przez siły od pola magnetycznego, natomiast siły działające na jony nie są równoważone. Występujące przy tym jednocześnie siły reakcji działające na ładunki elektryczne wytwarzające pole elektryczne wzajemnie się równoważą, gdyż siły te wywołują

ne oddziaływaniem elektronów są przeciwnie skierowane niż siły wywołane oddziaływaniem jonów dodatnich.

Wartość natężenia poprzecznego pola elektrycznego jest bardzo mała. Z zależności $F_B^- = -F_E^-$ wynika, że $eV_{dr}B = eE$ a stąd E nawet dla dużych indukcji magnetycznych (1T) i dla dużych gęstości prądu nie przekracza wartości 0,1 V/m. Mimo, że natężenie pola jest tak nieduże, to jednak uzyskiwane siły wypadkowe są dostatecznie duże ze względu na olbrzymie ilości elektronów i jonów (10^{22}).

Niezależnie od sił występujących w przecie z prądem na skutek jego wirowania w polu magnetycznym, w przecie tym występują jeszcze dalsze siły wywołane przez własne pole magnetyczne pręta, co wymaga oddzielnego omówienia (siły te w stosunku do wyżej omówionych są jednak bardzo małe).

mgr inż. WIESŁAW WÓJCICKI
COBiRTK

Uszkodzenia wagonowej aparatury elektrycznej Część II*

Statystyka uszkodzeń

Analizą uszkodzeń objęto akumulatory kwasowe typu 2TM6, 3TM4, 6TM2, 2TL11c oraz zasadowe 11M24OH.

Akumulatory typu 2TM6, 3TM4 i 6TM2 wykazują 0,9 uszkodzeń w przeliczeniu na jedną baterię akumulatorów, zaś akumulatory 2TL11c — 0,6, a akumulatory typu 11M24OH — 1,2. Największą liczbę uszkodzeń akumulatorów w przeliczeniu na jedną eksploatowaną baterię akumulatorów zanotowano w wagonowni Warszawa Szczęśliwice (1,5), a najmniejszą w Przemysłu (0,2).

Z analizy danych liczbowych [1] wynika, że uszkodzenia baterii, w przypadku wagonów starej budowy typu 7A, 8A, 43A i 108A stanowią 11,3%, a wagonów nowych typu 111A wynoszą 3,5% wszystkich zarejestrowanych w badanych wagonach uszkodzeń aparatów elektrycznych (tabl. 1, cz. I).

Do najliczniej uszkadzających się elementów baterii akumulatorowych należy zaliczyć: ogniwa akumulatorowe i łączniki.

Ogniwa akumulatorowe uszkadzają się w ilości stanowiącej 17,2% łącznej liczby uszkodzeń wagonowych baterii akumulatorowych.

Uszkodzenia ogniw akumulatorowych typu 2TM6, 3TM4, 6TM2 i 11M24OH eksploatowanych w wagonach typu 7A, 8A, 43A i 108A wystąpiły w wielkości 1,1% łącznej liczby ogniw będących w eksploatacji. Natomiast dla baterii akumulatorowych typu 2TL11c eksploatowanych w wagonach typu 111A ilość ta wynosi 0,8% (tab. 1).

Tablica 1
Uszkodzalność elementów baterii akumulatorowych
(% łącznej liczby elementów gadanych)

Lp.	Wyszczególnienie	Wagony starej budowy typu 7A, 8A, 43A, 108A	Wagony nowej konstrukcji typu 111A	Wagony badane łącznie
	Typ baterii	Typ baterii		
		S ¹⁾	2TL 11c	S ¹⁾ , 2TL 11c
1	Bateria	74,6	40,3	61,3
2	Akumulator	—	0,5	0,2
3	Ogniwo	1,1	0,8	1,0
4	Łącznik baterii	—	—	—
5	Łącznik międzyogniowy	1,3 0,1	— 0,1	0,8 0,1

* Część I ukazała się w nr 7—8/76 r. „PKE”.

¹⁾ 11M24OH, 13k500, WP50/6, WP50/10, 1TL3b, 2TL5b, 2TM6, 3TM4, 6TM2

Uszkodzenia łączników międzyogniowych i międzybateryjnych stanowią 7,8% łącznej ilości uszkodzeń elementów baterii akumulatorowych oraz 0,8% ogólnej liczby łączników objętych badaniami.

Uszkodzenia regulatorów napięcia typu AROW-24, ARN-24 i ARW-1 w wagonach typu 7A, 8A, 43A i 108A stanowią 7,8%, natomiast regulatorów napięcia typu AROW-24 w wagonach typu 111A — 1,5% łącznej liczby uszkodzeń aparatów elektrycznych obwodów oświetlenia i ogrzewania wagonów.

Regulatory napięcia typu ARN-24 uszkadzają się znacznie częściej niż regulatory napięcia typu AROW-24. W przeliczeniu na jeden eksploatowany regulator napięcia liczba uszkodzeń wynosi 0,8 dla regulatorów ARN-24 i 0,2 dla regulatorów AROW-24. W ujęciu łącznym regulatory ARN-24 i AROW-24 wykazują 0,6 uszkodzeń na jeden eksploatowany regulator.

Regulatory napięcia typu ARW-1, z uwagi na przestarzałą konstrukcję nie są już produkowane; nie będą więc przedmiotem analizy uszkodzeń ich elementów.

Do najczęściej uszkadzających się elementów regulatora napięcia należy zaliczyć:

- automatyczny przełącznik,
- stopy węglowe,
- oporniki regulacyjne,
- tłumik powietrzny.

Przełącznik automatyczny uszkadza się bardzo często i w regulatorach napięcia typu ARN-24 i AROW-24 uszkodzenia przełącznika stanowią 70% łącznej liczby uszkodzeń regulatorów.

Na podstawie danych statystycznych [1] szacuje się, że 49,4% automatycznych przełączników w regulatorach ARN-24 ulega uszkodzeniom. W regulatorach typu ARN-24 i AROW-24 uszkadza się 30,8% przełączników.

Uszkodzalność stosów węglowych wynosi 4,6%.

W obwodach oświetlenia, uszkodzenia wystąpiły w 38 różnych elementach aparatury. W wagonach typu 7A, 8A, 43A i 108A uszkodzenia w obwodach oświetlenia stanowią 3,7%, wszystkich uszkodzeń a w wagonach typu 111A — 13,7%. Najczęściej uszkadzają się mikrowyłączniki MPO-1L oraz oprawy świetlówkowe.

Uszkodzalność mikrowyłączników MPO-1L w wagonach typu 7A, 8A, 43A i 108A wynosi 3,2%, a w wagonach typu 111A kształtuje się na poziomie 7,9%.

Uszkodzalność wyłączników głównych oświetlenia wagonów typu 7A, 8A, 43A i 108A wynosi 3,4%. Natomiast uszkodzalność styków głównego przełącznika oświetlenia w wagonach typu 111A osiągnęła 9,5%.

Wyłączniki samoczynne typu N-101, jak wynika z analizy danych statystycznych [1] wykazują uszkodzalność wynoszącą 6,2%.

Aparaty elektryczne ogrzewania wagonów starej budowy typu 7A, 8A, 43A i 108A uszkadzały się często i w okresie badań. Każdy wagon objęty badaniami, podlegał 5,8 razy uszkodzeniom. Wskaźnik ten ma największą wartość w wagonowni Warszawa Szczęśliwice (11,5), a najmniejszą w wagonowni Poznań (1,9).

W wagonach nowej konstrukcji typu 111A zanotowano w okresie badań 11,3 uszkodzeń przypadających na jeden objęty badaniami wagon. Obliczając ten wskaźnik dla poszczególnych badanych wagonowni można powiedzieć, że największą wartość osiągnął w wagonowni Gdynia (13,4), a najmniejszą w wagonowni Poznań (0,1).

Stwierdzone podczas okresu prowadzenia badań uszkodzenia aparatów elektrycznych wchodzących w skład instalacji elektrycznego ogrzewania wagonów typu 7A, 8A, 43A i 108A stanowią 50,3% uszkodzeń aparatury elektrycznej, a dla wagonów typu 111A, 63,8% łącznej ilości (tabl. 1, cz. I).

Najczęściej uszkadzają się: sprzęgi ogrzewcze, gniazda sprzęgu, skrzynki rozgałęźne, styczniki SO-6.

Uszkodzalność sprzęgów ogrzewczych rozpatrywanych wynosi 16,6%, przy czym w wagonach typu 7A, 8A, 43A i 108A uszkodzalność jest nieco mniejsza i wynosi 16,1%, a w wagonach typu 111A — 17,2% (tabl. 3).

Najmniej trwałym elementem gniazda sprzęgu ogrzewczego jest tarcza izolacyjna, której uszkodzenia stanowią 70,6% wszystkich uszkodzeń gniazda sprzęgu ASG. Uszkodzenia tarczy izolacyjnej stanowią 4,9% wszystkich uszkodzeń aparatów elektrycznych wchodzących w skład instalacji ogrzewania elektrycznego.

Uszkodzenia skrzynki rozgałęźnej stanowią 5,5% ogólnej ilości uszkodzeń instalacji ogrzewania elektrycznego. Uszkodzalność skrzynek rozgałęźnych wynosi 5,6%, a płytek izolacyjnych — 2,8%.

Tablica 2

Uszkodzalność elementów regulatorów napięcia
(% łącznej liczby elementów badanych)

Lp.	Wyszczególnienie	Wagony starej budowy typu 7A, 8A, 43A i 108A	Wagony nowej konstrukcji typ 111A	Wagony badane łącznie
		Typ regulatora		
		ARN 24 AROW 24	AROW 24	ARN 24 AROW 24
1	Przełącznik automatyczny	49,4	5,9	50,8
2	Styki przełącznika	21,9	4,3	14,4
3	Prowadnica styków	3,8	—	2,2
4	Cewka przełącznika	4,4	—	2,5
5	Stos węglowy obwodu wzbudzenia	4,4	4,7	4,6
6	Opornik stały	2,7	—	1,5
7	Opornik regulowany	0,9	0,2	0,6
8	Obudowa regulatora	3,8	—	2,2

Uszkodzalność aparatów elektrycznych instalacji ogrzewania elektrycznego
(% łącznej liczby urządzeń badanych)

Tablica 3

Lp.	Wyszczególnienie	Wagony starej budowy typu 7A, 8A, 43A, 108A	Wagony nowej konstrukcji typu 111A	Wagony badane łącznie
1	Sprzęg ogrzewczy	16,1	17,2	16,6
2	Tuleja izolacyjna	1,7	1,4	1,6
3	Wtyk	5,9	6,7	6,3
4	Gniazdo sprzęgu	20,8	46,4	31,5
5	Tarcza izolacyjna	12,9	43,7	25,7
6	Skrzynka rozgałęźna	5,2	5,9	5,5
7	Płyta izolacyjna	2,4	3,4	2,8
8	Stycznik SO-6	13,8	19,7	17,1
9	Komora łukowa	8,4	14,9	12,1
10	Impulsator	20,6	—	—

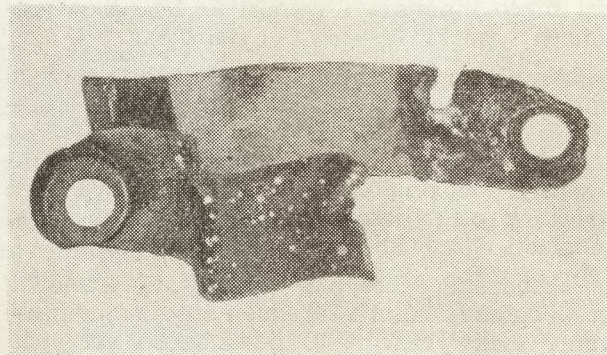
Uszkodzalność styczników SO-6 zainstalowanych w wagonach typu 7A, 8A, 43A i 108A wynosiła 13,8%, a w wagonach typu 111A — 19,7%.

Opis uszkodzeń i wnioski

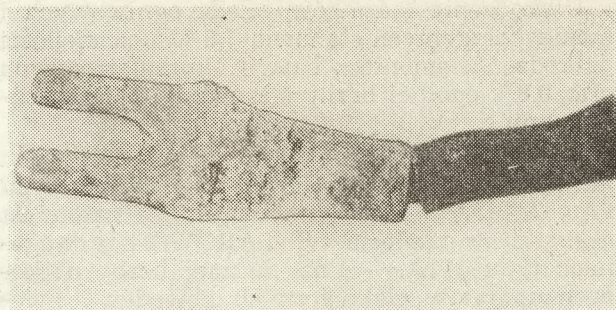
1. Baterie akumulatorów

Uszkodzenia baterii akumulatorowych polegają głównie na nadmiernym rozładowaniu, niekiedy nawet poniżej 10V. Są to uszkodzenia wtórne — wcześniej wystąpiło uszkodzenie prądnic lub regulatora napięcia. Ten rodzaj uszkodzeń wystąpił najliczniej w wagonowni Warszawa Szczęśliwice (1,3) a najmniej w wagonowni Gdynia — poniżej 0,1 razy na jedną baterię akumulatorów. Częstość analizowanych uszkodzeń dla badanych wagonowni wynosi 1,0 w odniesieniu do ogólnej ilości eksploatowanych baterii akumulatorów. Tego typu uszkodzenia baterii akumulatorów stanowią 71,2% łącznej liczby uszkodzeń wagonowych baterii akumulatorów.

Niewłaściwy kształt kołnierzy otworów w naczyniach ebonitowych ogniów akumulatorów typu 2TL11c stwarza możliwość dostania się zanieczyszczeń do wnętrza ogniów podczas konserwacji. Kołnierze te są za niskie. Również wklęsły kształt wieczka naczynia ebonitowego utrudnia czyszczenie ogniów. Ze względów



Fot. 1. Zniszczone łączniki międzyogniowe baterii akumulatorów



Fot. 2. Silnie skorodowany zacisk łącznika międzyakumulatorowego

eksploatacyjnych właściwy kształt powierzchni wieczka mają akumulatory zasadowe typu 11M24OH.

Uszkodzenia łączników międzyogniowych (fot. 1) występują najczęściej w miejscu przyspawania do sworzni biegunowych ogniów i polegają na wylutowaniu przewodu łącznika lub zniszczeniu izolacji.

Niekiedy, w następstwie braku zabiegów konserwacyjnych, powstają silne skorodowania końcówek widelkowych łączników międzybaterijnych (fot. 2).

Kwasowe akumulatory pancernie typu TM, tzn.: 2TM6, 3TM4, 6TM2 mają zaciskowe połączenie przewodu łącznika z końcówką łączeniową i sworzniem. W eksploatacji spotyka się niedokładnie wykonane przez producenta tego typu połączenia. W szczelinach połączeń zaciskowych gromadzi się brud, następuje zmniejszenie powierzchni styku. W ocenie pracowników wagonowni połączenia zaciskowe w wykonaniu obecnym są mniej trwałe od połączeń spawanych.

Zaciski śrubowe skrajne ogniów akumulatora, umieszczone na listwie ebonitowej przedniej ściany bloku ebonitowego, wykonane są ze śruby M8 i nakrętki skrzydełkowej.

Zaciski te mają zapewnić dobre połączenie elektryczne z końcówką widelkową łącznika okazują się za słabe mechanicznie. Podczas dokręcania nakrętek często następuje zerwanie gwintu. Jest to wynikiem nie tyle za silnego dokręcania nakrętki skrzydełkowej, co potrzeba właściwego i mocnego zamocowania dla uzyskania pełnego styku łącznika śrubowego z końcówką widelkową łącznika.

W kwasowych akumulatorach pancernych typu TM nakrętka skrzydełkowa M8 dociska do powierzchni zacisku śrubowego widelki łącznika międzyogniowego i końcówkę łącznika.

Końcówka widelkowa nie pozwoli na uzyskanie dostatecznie pewnego i mocnego połączenia elektrycznego w zacisku śrubowym i nie powinna być stosowana w tego typu instalacjach podlegających drganiom oraz dużym obciążeniom prądowym.

Przedłużenia żywotności akumulatorów można się spodziewać w wyniku przestrzegania przez eksploatację następujących zaleceń:

— W nowych kwasowych akumulatorach pancernych typu TM podczas procesu formowania należy zwracać uwagę na to, czy koń-

cówka łącznika wyprowadzonego ze sworznia biegunowego skrajnego ogniwa przylega całą swą powierzchnią do wyznaczonej powierzchni zacisku śrubowego umieszczonego na przedniej ścianie bloku ebonitowego. Jeżeli dobry styk nie jest zapewniony należy lekko wygiąć koniec łącznika. Zapewnienie dobrego styku w drodze silnego dokręcenia nakrętki skrzydełkowej z gwintem M8 może spowodować zerwanie gwintu.

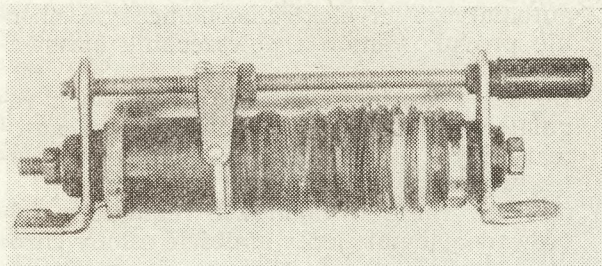
- Podczas przeglądów okresowych i napraw awaryjnych kwasowych akumulatorów pancernych typu TM, należy tak dokręcić nakrętki skrzydełkowe z gwintem M8 zacisku śrubowego, aby nie zrywać gwintu. Natomiast dla konstruktorów i producentów można sformułować następujące postulaty:
- Należy poprawić jakość wykonania połączeń ogni w kwasowych akumulatorów pancernych typu TM tak, aby wyeliminować luzowanie się tych połączeń przy sworzniach i przy końcówkach łączeniowych.
- W nowo budowanych kwasowych akumulatorach pancernych typu TM należy przekonstruować zaciski śrubowe, zwiększając ich wytrzymałość mechaniczną oraz wyeliminować końcówki widelkowe z połączeń elektrycznych.

2. Regulator napięcia

Uszkodzenia styków automatycznego przełącznika w regulatorze napięcia polegają głównie na wypalaniu się (fot. 3) czemu towarzyszy najczęściej napalenie wykonanych z tworzywa sztucznego przewodnic styków. Uszkodzeń tych w ich początkowej fazie, kiedy ich skutki są niewielkie nie można dostrzec, gdyż elementy te są osłonięte obudową.

Dodatkową okolicznością ułatwiającą powstanie uszkodzeń automatycznego przełącznika jest przedostawanie się brudu i kurzu do wnętrza regulatora przez nieosłonięte od góry otwory odprowadzające ciepło.

Na stykach pomocniczych pracujących w atmosferze zanieczyszczonej kurzem i pyłem gromadzi się kurz, co powoduje zwiększenie



Fot. 4. Następstwo przeciążenia elektrycznego opornika regulowanego regulatora napięcia

rezystancji zestyku. Podczas pracy styków pomocniczych nie następuje samooczyszczenie powierzchni stykowych.

Popychacz styków pomocniczych, który wykonany jest z tworzywa sztucznego wykazuje stosunkowo dużą plastyczność. Wydzielające się ciepło, przy nadpalonych stykach głównych, sprawia, że popychacz ulega zdeformowaniu powodując dalsze pogorszenie jakości pracy przełącznika automatycznego.

W opornikach regulacyjnych uszkadzają się styki przesuwne oraz gwintowana oś przesuwająca styki ruchome. Styki ruchome mając delikatną konstrukcję ulegają odkształceniom. Przekładka sprężysta osi śrubowej traci w eksploatacji swe własności sprężyste i powoduje powstawanie luzu wzdłużnego, co w konsekwencji daje niepewne połączenie elektryczne. Występują również przypadki przepalenia się drutu oporowego (fot. 4).

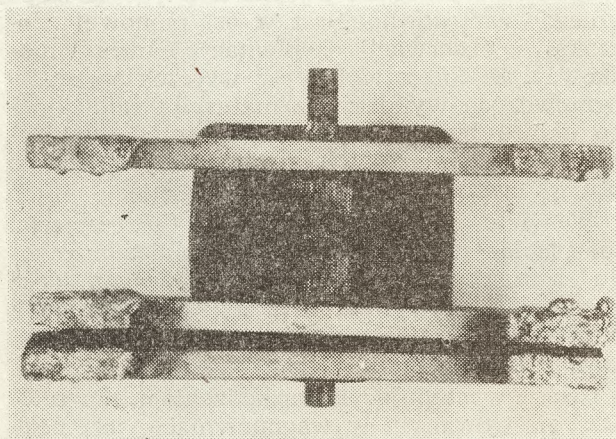
Tłumik powietrzny nie spełnia w sposób właściwy swej funkcji z powodu stosunkowo szybkiego wycierania się tłoczka w wyniku tarcia o wewnętrzną powierzchnię cylindra. Wskutek tego powierzchnia tłoczka robi się szorstka, a gromadzący się w cylindrze pył węglowy blokuje rdzeń elektromagnesu.

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować postulaty dla eksploatacji (wagonownie) oraz ZNTK. Podczas przeglądów i napraw okresowych oraz napraw awaryjnych regulatorów napięcia należy zwracać szczególną uwagę na:

- a) kształt geometryczny plastikowego popychacza styków pomocniczych automatycznego przełącznika,
- b) przyleganie styków ruchomych do zwoju oporowego oraz na podkładkę sprężystą zapobiegającą przesuwaniu się osi śrubowej opornika regulowanego,
- c) właściwy naciąg głównej sprężyny spiralnej układu regulacji wzbudzenia prądu.

Jeżeli chodzi o postulaty dla konstruktorów i producentów regulatorów napięcia, są one następujące:

- W nowo budowanych regulatorach napięcia należy automatyczny przełącznik, wykonany obecnie jako elektromechaniczny, zastąpić przełącznikiem zbudowanym z elementów półprzewodnikowych. Przełącznik automatyczny wykonany jako półprzewodnikowy powinien być zamienny z przełącznikiem



Fot. 3. Szyk główny automatycznego przełącznika regulatora napięcia; widoczne typowe ślady niewłaściwej pracy przełącznika

automatycznym elektromechanicznym obecnie produkowanym i powszechnie stosowanym.

- Do czasu wprowadzenia do eksploatacji regulatorów napięcia z przełącznikiem automatycznym wykonanym z elementów półprzewodnikowych należy:
 - a) nad otworami, w obudowie regulatora, odprowadzającymi ciepło umieścić osłony chroniące przed przedostaniem się zanieczyszczeń, głównie do automatycznego przełącznika,
 - b) tworzywo sztuczne, z którego wykonany jest popychacz styków pomocniczych przełącznika automatycznego zastąpić innym materiałem izolacyjnym mającym mniejszą odkształcalność pod wpływem temperatury,
 - c) przeanalizować możliwość zmiany konstrukcji tłumika powietrznego tak, aby zapobiec obecnie występującemu zjawisku ścierania się materiału tłoczka i w następstwie tego, unieruchomienie tłoczka w cylindrze.
- Stosy węglowe do regulatorów napięcia powinny być fabrycznie pakowane indywidualnie w opakowania kartonowe, zapobiegające przed uszkodzeniem w czasie transportu i magazynowania.
- Należy przeanalizować możliwość zmniejszenia ciężaru całego regulatora przez zastosowanie lepszych odlewów i wprowadzenie nowych materiałów.
- Niezależnie należy przystąpić do opracowania regulatora napięcia na elementach półprzewodnikowych (elektronicznego).

3. Instalacja oświetlenia

Uszkodzenia mikrowyłączników polegają najczęściej na pęknięciu części z tworzywa sztucznego lub ułamaniu wyprowadzeń połączeniowych. Trudność podczas napraw awaryjnych sprawiają połączenia lutowane wymagające używania w wagonach kolby lutowniczej.

Zamknięcia kloszy opraw świetłowych stosunkowo często ulegają uszkodzeniom polegającym na zablokowaniu zasuwki zamka. Przyczyną tego jest delikatna konstrukcja zamka.

Oprawki rury jarzeniowej są drugim elementem składowym opraw świetłowych, które wykazują dużą ilość uszkodzeń. Jako uszkodzenie występujące najczęściej jest brak sprężystości elementów, utrzymujących w odpowiednim położeniu kolki stykowe rury jarzeniowej. Podczas jazdy wagonem te elementy oprawek rury jarzeniowej nie zapewniają pewnego połączenia.

Przeprowadzone badania [1] pozwalają sformułować niżej wymienione postulaty dla konstruktorów i producentów aparatów elektrycznych instalacji oświetlenia:

- wyłączniki samoczynne typu N-101 należy zastąpić innymi o pewniejszym działaniu, np. wyłącznikami typu WST;
- zamiast woltomierzy umieszczać na tablicy rozdzielczej zaciski umożliwiające przyłączenie woltomierza na czas przeprowadzenia kontrolnego pomiaru napięcia;

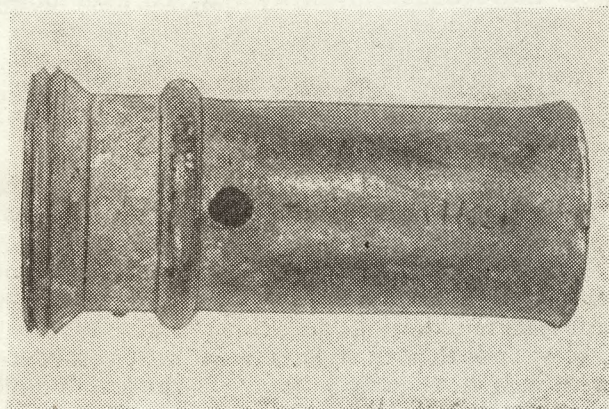
- w nowo produkowanych oprawach świetłowych należy zmienić konstrukcję zamka klosza tak, aby wyeliminować występujące w eksploatacji zablokowania zasuwki. Zmienić należy również konstrukcję oprawek świetłowych, w których tkwią kolki stykowe rury jarzeniowej, aby zwiększyć pewność styku.

4. Aparaty elektryczne ogrzewania

Podczas badań eksploatacyjnych wystąpiły następujące uszkodzenia sprzęgów ogrzewczych:

- przebicia izolacji przewodu ekranowego w rękojeści (fot. 5),
- pęknięcia wtyczki tuż przy pierścieniu metalowym,
- wyrwanie przewodów z zacisków skrzynki rozgałęźnej typu ASK-1.

Przebicia izolacji przewodu sprzęgu ogrzewczego powstają najczęściej w rękojeści, co może



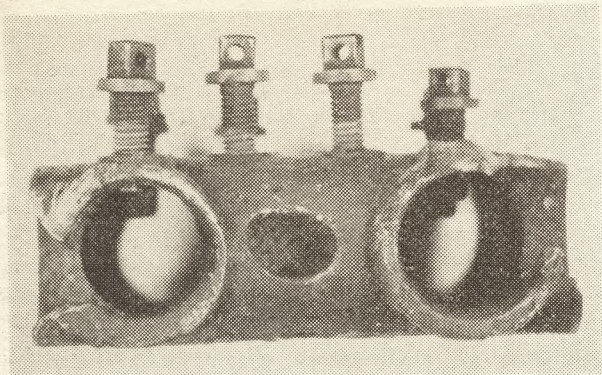
Fot. 5. Ślad przebicia elektrycznego sprzętu ogrzewczego WN w rękojeści wtyczki

być wynikiem nieodpowiednich własności izolacyjnych masy izolacyjnej używanej do zalewania sprzęgów.

Jako okoliczność sprzyjającą powstawaniu przebiegów izolacji przewodu rękojeści, należy uznać konieczność stosunkowo dużego zginania przewodu, w miejscu wyjścia z rękojeści, przy wkładaniu wtyczki ASW do ślepego gniazda w wagonach typu 111A. Wynika to z tego, że ślepe gniazdo zamocowane jest w osi pionowej zderzaka. Z obserwacji eksploatacji można wnioskować, że tuleje izolacyjne wtyczek sprzęgów ogrzewczych wykonane z materiału izolacyjnego koloru białego wykazują mniejszą wytrzymałość mechaniczną w porównaniu z poprzednio produkowanymi (koloru granatowego).

W wielu wypadkach włożenie (lub wyjęcie) tulei izolacyjnej wtyczki ASW do gniazda sprzęgu ogrzewczego ASG wymaga użycia dość znacznej siły. Wynika to z tego, że tolerancja zewnętrzna średnicy tulei izolacyjnej nie jest zawsze zachowana.

Często występującym uszkodzeniem, nie zawsze rejestrowanym w wagonowniach, jest pęknięcie pierścienia lub złamanie bolca pierścienia żeliwnego łączącego tuleję izolacyjną z osłoną rękojeści.



Fot. 6. Uszkodzona w wyniku zwarcia elektrycznego rozeta zaciskowa skrzynki rozgałęznej zestawu sprzęgu ogrzewczego WN

Przebiecia, najczęściej powierzchniowe, tarczy izolacyjnej wynikają z nieodpowiednich właściwości izolacyjnych materiału tarczy, jak też niekiedy zawilgoceniu wnętrza gniazda sprzęgu spowodowane pozostawieniem otwartego gniazda po wyjęciu wtyczki sprzęgu.

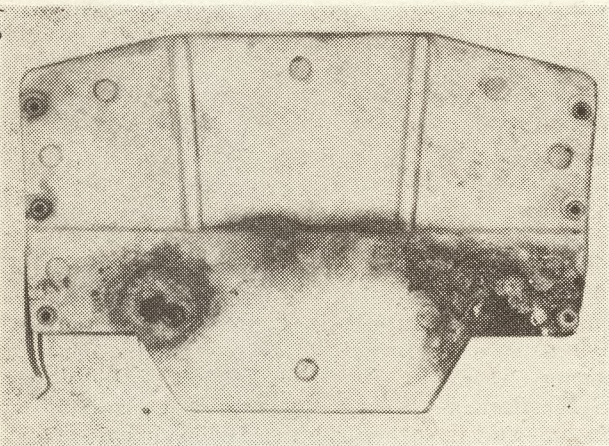
Uszkodzenia skrzynek rozgałęźnych występują najczęściej w postaci przebiecia powierzchniowej płyty izolacyjnej lub przebiecia elektrycznego do rozety zaciskowej (fot. 6).

Częścią składową stycznika wykazującym dominującą ilość uszkodzeń jest komora łukowa, której uszkodzenie polega na nadpaleniu lub nawet spaleniu (fot. 7).

Skrzynie aparaturowe urządzeń WN często mają zużyte uszczelki gumowe, co powoduje nieszczelności i dostawanie się kurzu i wilgoci do wnętrza. Odprowadzenie nagromadzonego kondensatu pary wodnej bywa utrudnione, gdyż odwadniacze bywają zamalowane farbą.

Zgęszczenie aparatów elektrycznych w skrzyniach aparaturowych przełącznikowych ułatwia powstawanie uszkodzeń wtórnych. Przy powstaniu dużego łuku elektrycznego między stykami stycznika SO-6, który nadpala lub powoduje znaczne zwęglenie komory łukowej często następuje uszkodzenie komór bezpiecznikowych.

Utrudnieniem w czasie wymiany styczników jest to, że uziemienie ochronne w skrzyniach aparaturowych WN jest prowadzone nad płytami

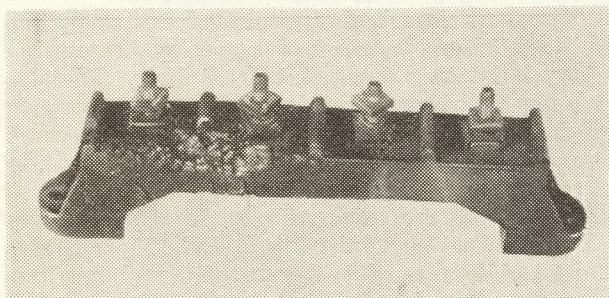


Fot. 7. Uszkodzona komora łukowa stycznika elektromagnetycznego w wyniku działania łuku elektrycznego

mocującymi styczników. Wymiana styczników wymaga więc praktycznie przecięcia listwy uziemiającej. Grzejniki elektryczne uszkadzają się często w wyniku przepalania się drutu oporowego u wylotu z rurki osłonnej lub przebiecia do listwy łączeniowej (fot. 8).

Wymiana elementów grzejnych w tzw. grzejnikach przedziałowych jest utrudniona, gdyż często występują zakleszczenia w szynach prowadzących obejmy elementów grzejnych. Wyjęcie elementów grzejnych wymaga niekiedy użycia znacznej siły. Niefunkcjonalna jest konstrukcja obejm elementów grzejnych z izolatorami; po częściowym ich wysunięciu z obudowy części te rozdzielają się.

Utrudnieniem w eksploatacji jest również to, że grzejniki przedziałowe jednego typu, mając



Fot. 8. Miejscowe zwęglenie listwy łączeniowej ogrzewacza wagonowego

jednakowej wielkości obudowy, nie mają jednakowego rozstawienia łąp mocujących.

Grzejniki typu PE-155, przeznaczone do ogrzewania pomieszczeń WC oraz wody sanitarniej mają stosunkowo skomplikowaną budowę, co powoduje, że w przypadku uszkodzenia elementów grzejnych demontaż i naprawa jest bardzo pracochłonna. Usytuowanie grzejnika z komorą zacisków elektrycznych nisko pod podłogą utrudnia wykonanie napraw awaryjnych.

Brak otworów rewizyjnych w osłonach grzejników korytarzowych i przedsionkowych w wagonach typu 111A sprawia, że podczas napraw awaryjnych konieczne jest zdemontowanie całych osłon ogrzewczych, co jest utrudnione stosunkowo dużą ilością listew dociskowych i wkrętów mocujących.

Dla konstruktorów i producentów aparatów elektrycznych instalacji ogrzewania można sformułować następujące postulaty:

- W nowo budowanych wagonach ślepe gniazda wtyczek sprzęgów ogrzewczych należy mocować nad zderzakami, pod maksymalnym kątem na jaki pozwala szerokość zagłębienia w ścianie czołowej, w której mocowane jest ślepe gniazdo. Otwór do wprowadzenia wtyczki sprzęgu powinien znajdować się od strony międzytorza.
- W procesie produkcji izolacyjnych wtyczek ASW należy zwrócić uwagę na zachowanie właściwej średnicy zewnętrznej tak, aby zapewnić możliwość wkładania wtyczki do gniazda sprzęgu bez użycia siły mogącej spowodować uszkodzenie sprzęgu ogrzewczego. Wskazane jest zwiększenie wytrzymałości mechanicznej tulei izolacyjnych.

- Pierścień łączący tuleję izolacyjną z osłoną rękojeści wtyczki ASW, powinien być wykonany z metalu o większej wytrzymałości mechanicznej; obecne są zbyt kruche i łatwo pękają.
- Należy przeanalizować możliwość umieszczenia w skrzyniach aparatuwnych WN, płyty izolacyjnej ognioodpornej, zabezpieczającej gniazdo bezpiecznikowe od działania łuku elektrycznego powstającego w przypadkach złego działania stycznika.
- Należy zmienić konstrukcję listwy uziemiającej, w szafach WN mając na względzie konieczność ułatwienia wymiany styczników.
- Elementy grzejne i izolatory grzejników powinny być łatwe do demontowania.
- Grzejniki jednego typu powinny mieć jednokowe rozstawienie łap mocujących.
- Konstrukcja osłon grzejników korytarzowych i przedsiionkowych musi być taka, aby możliwy był łatwy demontaż grzejników. W osłonach należy wykonać, naprzeciwko komory zaciskowej grzejnika, otwory zakrywane pokrywami umożliwiające łatwy dostęp do zacisków przyłączeniowych.
- Należy przeanalizować możliwość zmiany konstrukcji grzejnika typu PE-155 tak, aby ułatwić czynności demontażu podczas napraw awaryjnych.

Dla eksploatacji wynika konieczność zwrócenia większej jak dotychczas uwagi na:

- częstotliwość przeglądów aparatury WN,
- szczelność skrzyń z aparaturą WN,
- kontrolę stanu styków styczników WN w obwodzie ogrzewania i komór łukowych. Wszelkie zaokrąglenia ścianek komory łukowej muszą być usunięte a przy głębokich nadpaleniach komory należy je regenerować lub wymienić,
- aparaty WN muszą być co najmniej raz w miesiącu sprawdzane i czyszczone z brudu i kurzu.

Kazimierz Maliszczak

Nowoczesne kable telekomunikacyjne miejscowe

W artykule omówiono nowoczesne kable telekomunikacyjne miejscowe o izolacji i powłoce polietylenowej z zaporą przeciwwilgociową, których produkcję rozpoczęto w ostatnim czasie między innymi w Krakowskiej Fabryce Kabli.

Zaporę przeciwwilgociową, tzw. barierę Glovera, stanowi specjalna taśma aluminiowa, która ułożona jest wzdłużnie pod powłoką polietylenową.

Kable telekomunikacyjne miejscowe o nowej technologii wytwarzania zastąpią w przyszłości całkowicie tradycyjne kable o izolacji papierowej i powłoce metalowej ołowianej, stosowane dotychczas w telekomunikacyjnej sieci miejscowej w resorcie łączności i komunikacji.

Literatura

- [1] W. Wójcicki — Niezawodność aparatury elektrycznej w wagonach, Etap I, COBiRTK Warszawa 1974
- [2] W. Wójcicki — Uszkodzenia wagonowej aparatury elektrycznej część I — „Przegląd Kolejowy Elektrotechniczny”, nr 7—8/1976
- [3] T. Figat, J. Gawęda, L. Zaborowski — Poradnik elektromontera służby wagonów. WKŁ Warszawa 1971
- [4] Kwasowe akumulatory wagonowe z dodatnimi płytami pancernymi typ TM, instrukcja obsługi. WPM Wema Warszawa 1971
- [5] Dokumentacja techniczno-ruchowa na wyrób: akumulator wagonowy typ 2TL11c. CLAiO Poznań 1972
- [6] Instrukcja obsługi kwasowych akumulatorów wagonowych z dodatnimi płytami pancernymi typu 2TL11c, CLAiO Poznań 1972
- [7] Katalog 10—0, akumulatory zasadowe. WPM Wemy Warszawa 1970
- [8] Dokumentacja techniczno-ruchowa regulatora napięcia prądu oświetlenia wagonów kolejowych typu AROW-24. ZWAR Warszawa 1970
- [9] W. Domański, M. Pielaciński — Elektryczne ogrzewanie wagonów komunikacji międzynarodowej. WKŁ Warszawa 1970
- [10] Dokumentacja techniczno-ruchowa wagonu osobowego typu 111A. HCP Cegielski Poznań 1970
- [11] Schematy oświetlenia i ogrzewania elektrycznego wagonów typu 7A, 8A, 43A, 108AJK. COBiRTK Poznań 1966
- [12] W. Domański, S. Krychniak, T. Tajer — Elektryczne ogrzewanie i oświetlenie wagonów piętrowych, restauracyjnych i sypialnych. WKŁ Warszawa 1965
- [13] S. Krychniak — Elektryczne ogrzewanie wagonów podmiejskich typu 43A. WKŁ Warszawa 1962

Wstęp

Rozpoczęcie — wzorem krajów wysoko rozwiniętych gospodarczo, produkcji nowoczesnych kabli telekomunikacyjnych przez przemysł krajowy jest dużym osiągnięciem. Nowoczesna produkcja kabli przyniesie gospodarce narodowej poważne oszczędności deficytowych materiałów: papieru i ołowiu. Szczególnie ołów jest obecnie materiałem trudno dostępnym; jego zapasy w postaci rud wyczerpują się. Polietylen jest materiałem znacznie tańszym i łatwo osiągalnym.

Telekomunikacyjne kable miejscowe o izolacji i powłokach polietylenowych mają do-

brą jakoś osłon przeciwkorozyjnych, co ma duże znaczenie dla zabezpieczenia kabli przed prądami błędzającymi pochodzącymi z linii elektrotrakcyjnych. Zagadnienie ochrony przeciwkorozyjnej na PKP ma duże znaczenie, gdyż uszkodzenia korozyjne kabli telekomunikacyjnych, mimo stosowania środków zaradczych, stanowią duży procent uszkodzeń.

Kable telekomunikacyjne miejscowe o izolacji i powłoce polietylenowej przewyższają kable tradycyjne; są tańsze o około 25 %, mają co najmniej dwa razy wyższą rezystancję izolacji, umożliwiają pracę w systemach impulsowo-kodowych, do czego nie nadają się kable o izolacji papierowej, mają dużą jednorodność parametrów transmisyjnych, małe wartości asymetrii i pojemności oraz przenoszą szersze pasmo częstotliwości. Ponadto, są mało wrażliwe na zawilgocenia przy uszkodzeniach mechanicznych powłoki, mają znacznie mniejszy ciężar jednostkowy, a także są proste w technologii wytwarzania (mniejsza pracochłonność produkcji) i łatwe w montażu.

Produkcja kabli wykonywana jest wg normy zakładowej ZN-74 MPM-13-K 12119 (obowiązuje od 1.04.1975) i warunków technicznych WT-74 K-069 (obowiązują od 1.09.1975) opracowanych przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Kablowego Kablospřet. Przedmiotem normy ZN-74 MPM-13-K 12119 są kable o budowie wiązek w układzie czwórkowym-gwiazdowym (na razie tylko typu XTKMX); warunki techniczne WT-74 K-069 uwzględniają kable z wiązkami parowymi typu XTKMX, XTKMXn (samonośne do podwieszania nad ziemią) oraz XTKMXFtx o osłonie polietylenowej opancerzone taśmą stalową. Opancerzenie taśmą wykonuje się dla zabezpieczenia powłoki przed uszkodzeniami mechanicznymi, a także w kablach specjalnych o zmniejszonym współczynniku redukcijnym.

Kable w układzie wiązek parowych mogą mieć budowę ośrodka warstwową lub pęczkową. Krakowska Fabryka Kabli ze względu na brak maszyn do skręcania pęczków w ośrodek w chwili obecnej nie produkuje kabli o budowie pęczkowej.

Oznaczenie pełnej nazwy (symbolu) kabla, np. o budowie czwórkowej, wyjaśnimy na przykładzie. Na przykład symbol XTKMX 10×4××0,5 + 1×2×0,5 oznacza: telekomunikacyjny (T), kabel (K), miejscowy (M), o izolacji polietylenowej (X), powłoce polietylenowej (X) z zaporą przeciwwilgociową z 10-wiązkami czwórkowymi-gwiazdowymi i jedną parą sygnalizacyjną o izolacji cyklicznie uszkadzanej z żyłami miedzianymi o średnicy 0,5 mm.

Własności materiałów do produkcji kabli

Żyły kabli wykonywane są z drutów miedzianych miękkich odpowiadających normie PN-67-E-90150. Żyła uziemiająca pokryta jest stopem ołowiu z cyną w gatunku nie gorszym niż LC wg PN-64-M-69410.

Żyły izolowane są polietylenem wysokociśnieniowym odpornym na utlenianie, o małej gęsto-

ści. Wskaźnik płynięcia polietyleny wynosi 0,5 mm, a po starzeniu 48 ± 2 godz. w temp. 140°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) nie różni się od wskaźnika płynięcia wyprasowanej płytki przed starzeniem więcej niż o 25 %. Względna przenikalność dielektryczna polietyleny, mierzona przy częstotliwości 1 MHz, nie przekracza 2,35.

Barwienie polietyleny następuje w masie koncentratami (pigmentami) w ilości 2 do 4 %. Barwniki powinny dawać wyraźne i trwałe zabarwienie oraz nie pogarszać własności dielektrycznych polietyleny.

Taśma na obwój warstw, pęczków i ośrodka wykonana jest z materiału syntetycznego niehi-groskopiynego (nie stosuje się poliwinilu, który oddziałuje ujemnie na polietylen — zjawisko migracji). Na obwój ośrodka używana jest taśma poliestrowa (najczęściej estrofolowa).

Taśma aluminiowa na zaporę przeciwwilgociową jest powleczone jednostronnie lub dwustronnie warstwą polietyleny lub kopolimeru etyleny. Grubość taśmy aluminiowej wynosi co najmniej 0,15 mm, a grubość warstwy polietyleny lub kopolimeru etyleny około 0,04 mm. Siła odrywania warstwy polietyleny lub kopolimeru etyleny od taśmy aluminiowej wynosi co najmniej 2,7 N na 10 mm szerokości taśmy. Do wykonania ekranu lub zapory przeciwwilgociowej w kablach o budowie wiązek parowych typu XTKMX i XTKMXn warunki techniczne zezwalają na użycie taśm aluminiowych w gatunku AOOE i AOE lub A1E, wg PN-64-H-82160.

Powłoka i osłona wykonywana jest z polietyleny wysokociśnieniowy odporny na utlenianie, o małej gęstości, barwy czarnej lub naturalnej. Wskaźnik płynięcia polietyleny stosowanego na powłokę wynosi maks. 0,3 mm, a po starzeniu przez 48 ± 2 godz. w temperaturze $140 \pm 1^{\circ}\text{C}$, nie różni się od wskaźnika płynięcia wyprasowanej płytki przed starzeniem więcej niż o 25 %.

Powłoka lub osłona powinna być wykonana z polietyleny odporny na korozję naprężeniową. Wynik badania odporności na korozję uznaje się za dodatni jeżeli spośród 10 zanurzonych przez 24 godziny w alkoholu n- propylo-wym czystym (min. 90 % czystego alkoholu — temperatura wrzenia $96-99^{\circ}\text{C}$) o temperaturze $50 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pęka nie więcej niż jedna próbka. W przypadku pęknięcia dwóch próbek, badanie powtarza się na następnych 10 próbkach. Jeżeli podczas następnego badania nie pęknie więcej niż 1 próbka, wynik badania odporności na korozję naprężeniową uznaje się za dodatni. Polietylen czarny (najczęściej używany) zawiera ok. 2,5 % wagowych sadzy, równomiernie w nim zdyspergowanej, dodanej w procesie produkcji polietyleny. Wytrzymałość na rozciąganie polietyleny (bez próby starzenia) powinna wynosić co najmniej 1000 N/cm^2 , a wydłużenie przy zerwaniu min. 250 %. Na powłoki kabli zabronione jest stosowanie polietyleny odpadowego z innych wyrobów.

Linka nośna w kablach do podwieszania nad ziemią jest kręcona z 7 drutów stalowych ocynkowanych wg PN-69-M-80202. Pancerz dla kabli typu XTKMXFtx wykonywany jest z taśm

Tablica 1

Budowa i właściwości linki nośnej dla kabli typu XTKMXn

Średnica zewnętrzna ośrodka kabla w powłoce w mm		Liczba i średnica drutów linki	Rodzaj linki nośnej wg PN-69-M-80202	Siła zrywająca linkę w kN nie mniejsza niż
powyżej	do			
—	7	7×0,7	2,2-1×7-Z-II-g-140	3,5
7	17	7×0,9	2,8-1×7-Z-II-g-160	7,0
17	29	7×1,2	3,6-1×7-Z-II-g-160	12,5

stalowych o grubości co najmniej 0,1 mm o właściwościach zgodnych z PN-53-H-92328. Budowę i właściwości linki nośnej przedstawia tablica 1.

Budowa ośrodków kabli

Żyły kabli wykonywane są jako jednodrutowe o średnicach znamionowych 0,5, 0,6 i 0,8 mm. Średnica żył sygnalizacyjnych w kablach z wiązkami parowymi powinna wynosić 0,4 mm (jeżeli między producentem a zamawiającym nie uzgodniono inaczej), natomiast w kablach czwórkowych średnica żyły sygnalizacyjnej różni się od innych żył. Stosowanie żył sygnalizacyjnych jest obowiązkowe w kablach o budowie czwórkowej, natomiast w kablach o budowie parowej wykonywane jest tylko na żądanie zamawiającego.

Kable mogą zawierać wiązki czwórkowe w liczbie: 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50 i 100 i wiązki parowe w liczbie: 6, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 i 100.

Izolacja żył jest wytłoczona z polietylenu jednolitego, a grubość izolacji zależna jest od średnicy żyły miedzianej i od przyjętej pojemności. Grubość izolacji polietylenowej żył przedstawia tablica 2 (maksymalne odchyłki grubości izolacji wynoszą nie więcej niż 20 % grubości znamionowej).

Izolacja żył sygnalizacyjnych powinna być cyklicznie uszkodzana, aż do gołej żyły, w odstępach nie większych niż 100 mm. Normy (warunki) zezwalają na inny sposób wykonania izolacji żył sygnalizacyjnych uzgodniony między producentem a zamawiającym. Zastosowane próbnie w KFK żyły sygnalizacyjne nieizolowane nie zdały egzaminu, ponieważ występowały częste zwarcia.

Izolowane żyły z wyjątkiem sygnalizacyjnych skręcone są w wiązki. Skok skrętu wiązek czwórkowych nie przekracza 120 mm, a wiązek

Tablica 2

Grubość izolacji polietylenowej żył kabli o wiązkach czwórkowo-gwiazdowych i parowych

Średnica żył w mm	Grubość izolacji polietylenowej żył					
	wiązki czwórkowe			wiązki parowe		
	min.	znam.	maks.	min.	znam.	maks.
0,4	—	—	—	0,15	0,15	0,18
0,5	0,24	0,30	0,36	0,16	0,20	0,24
0,6	0,28	0,35	0,42	0,20	0,25	0,30
0,8	0,32	0,40	0,48	0,28	0,35	0,42

parowych 60 do 120 mm. Żyły sygnalizacyjne w kablach parowych mogą być skręcone w parę.

Kable o budowie czwórkowej i o liczbie par nie mniejszej niż 50 mogą mieć wiązki rezerwowe. Stosowanie wiązek rezerwowych ma na celu zapewnienie zastępstwa przy ewentualnym uszkodzeniu w kablu wiązek podstawowych o liczbie nie przekraczającej liczby wiązek rezerwowych. Wiązki uszkodzone są odpowiednio oznaczone w dokumentacji kabla oraz w protokołach pomiarowych i na etykietach bębnow.

Ośrodek o budowie warstwowej kabli czwórkowych i parowych składa się z rdzenia i poszczególnych warstw. Ośrodek o budowie pęczkowej skręcony jest z pęczków 10-parowych. Podstawowy 10-parowy pęczek jest skręcony z wiązek parowych 2+8. W pęczku podstawowym stosowane są dwa różne skoki skrętu wiązek. Zamiast pęczka podstawowego mogą być stosowane dwa półpęczki pięcioparowe. W półpęczku pięcioparowym stosowane są trzy skoki skrętu wiązek.

Budowę ośrodków i średnice zewnętrzne kabli typu XTKMX z wiązkami czwórkowymi-

Tablica 3

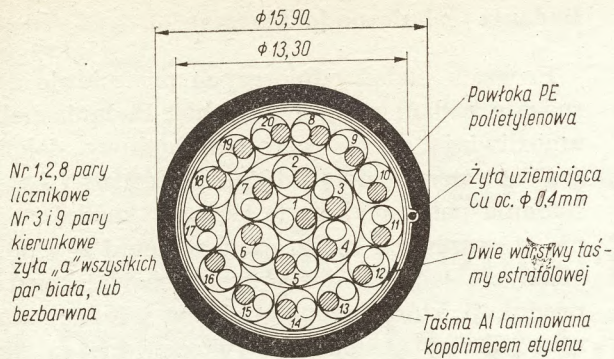
Budowa ośrodków i średnic zewnętrznych kabli typu XTKMX o wiązkach czwórkowo-gwiazdowych

Liczba czwórek w kablu	Liczba wiązek czwórkowych						Maks. średn. zewn. w mm		
	w warstwie (P-para sygnaliz.)						średn. żył w mm		
	1	2	3	4	5	6	0,5	0,6	0,8
3	3+P						12,0	13,0	15,0
5	5+P						13,0	14,5	17,0
10	2	8+P					16,0	18,0	21,0
15	5	10+P					18,0	20,0	25,0
20	1	6	13+P				20,0	22,5	27,5
25	3	8(9)	14+P				22,0	24,5	30,0
30	4	10	16+P				23,0	26,0	32,5
50	4	11	15(16)	21+P			28,0	31,5	40,0
100	2	8	14	20	25(26)	31+P	37,0	42,0	53,5

-gwiazdowymi przedstawia tablica 3 (układ wiązek najczęściej stosowany na PKP). W nawiasach podane są wiązki rezerwowe.

Przekroje poprzeczne kabli (profile) o budowie warstwowej z wiązkami parowymi typu XTKMX 20×2×0,8 (bez żył sygnalizacyjnych) przedstawia rysunek 1, a o budowie wiązek czwórkowych typu XTKMX 10×4×0,8 + 1×2×0,8 z żyłami sygnalizacyjnymi o izolacji cyklicznie uszkodzanej (rysunek 2).

Barwy izolacji żył w kablach czwórkowych-gwiazdowych są następujące: żyła „a” czwórek licznikowych — biała, kierunkowych — czarna, pozostałych nieparzystych — żółta, parzystych i pary sygnalizacyjnej — naturalna; żyła „b” czwórek i pary sygnalizacyjnej — czerwona; żyła „c” — zielona; żyła „d” — niebieska. Żyły „a” i „b” tworzą pierwszy tor macierzysty czwórki, natomiast żyły „c” i „d” drugi tor macierzysty. Kierunek liczenia jest w każdej warstwie jednakowy.



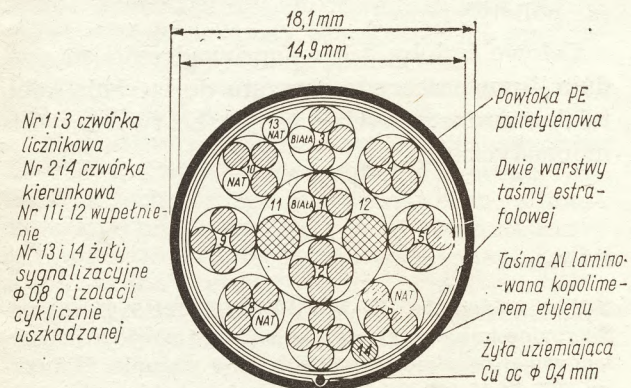
Rys. 1. Profil kabla o budowie wiązek parowych typu XTKMX 20×2×0,8 (bez żył sygnalizacyjnych)

W kablach o budowie warstwowej z wiązkami parowymi oznaczenia izolacji żył są następujące: żyła „a” wszystkich par i pierwsza żyła sygnalizacyjna — biała lub bezbarwna; żyła „b” pary licznikowej — żółta, kierunkowa i druga sygnalizacyjna — czerwona; par nieparzystych — zielona i parzystych — niebieska. Kierunek liczenia par w każdej warstwie ośrodka jest jednakowy.

Barwy izolacji żył w pęczku podstawowym powinny być następujące: żyła „a” par od 1 do 4 — biała lub bezbarwna, od 5 do 7 — żółta, 8 i 9 — czerwona oraz 10 — zielona. Żyła „b” pary 1 — żółta, 2 — czerwona, 3, 6 i 8 — zielona, 4 — niebieska, 5 — czerwona oraz 7, 9 i 10 — niebieska. Barwy izolacji żył sygnalizacyjnych w ośrodku o budowie pęczkowej są takie same, jak w ośrodku o budowie warstwowej. W przypadku półpęczków pięcioparowych barwy izolacji żył pierwszego półpęczka odpowiadają barwom izolacji żył w parach 1 do 5 pęczka podstawowego, a barwy izolacji drugiego półpęczka odpowiadają barwom izolacji żył w parach 6 do 10 pęczka podstawowego. Barwy obrzutu kolejnych pęczków i półpęczków powinny odpowiadać barwom izolacji kolejnych par w pęczku.

Budowa powłok i osłon zewnętrznych

Zapora przeciwwilgociowa w kablach o wiązkach czwórkowych, wykonana z taśmy aluminiowej pokrytej jednostronnie lub dwustronnie warstwą polietylenu lub kopolimeru etylenu, jest zwinięta wzdłuż ośrodka kabla w rurkę



Rys. 2. Profil kabla o budowie wiązek czwórkowych typu XTKMX 10×4×0,8 + 1×2×0,8

z zakładką co najmniej 4 mm. Pod taśmą umieszczony jest drut miedziany ocynowany o średnicy 0,4 mm.

W kablach o budowie parowej ekran i zapora przeciwwilgociowa wykonywane są w kilku alternatywach. Powłoka polietylenowa wykonywana jest w sposób szczelny bez porów, pęknięć, wybrzuszeń i wgniotów widocznych nieuzbrojonym okiem. Wewnętrzna powierzchnia powłoki powinna być spojona warstwą polietylenu (lub kopolimeru etylenu) pokrywającą taśmę aluminiową. Szczelność powłoki sprawdzana jest przez poddanie przez 2 godziny (licząc od ustalenia ciśnienia) działaniu nadciśnienia o wartości 15 N/cm². W tym czasie nie powinien nastąpić spadek ciśnienia (dokładność odczytu ciśnienia nie powinna być mniejsza niż 0,5 N/cm²). Szczelność powłoki może być także sprawdzana w sposób ciągły napięciem probierczym zmiennym 6 kV, przyłożonym między ekran i zewnętrzną elektrodę lub — przy zanurzeniu w wodzie — napięciem probierczym stałym lub zmiennym, przyłożonym między taśmę aluminiową i wodę.

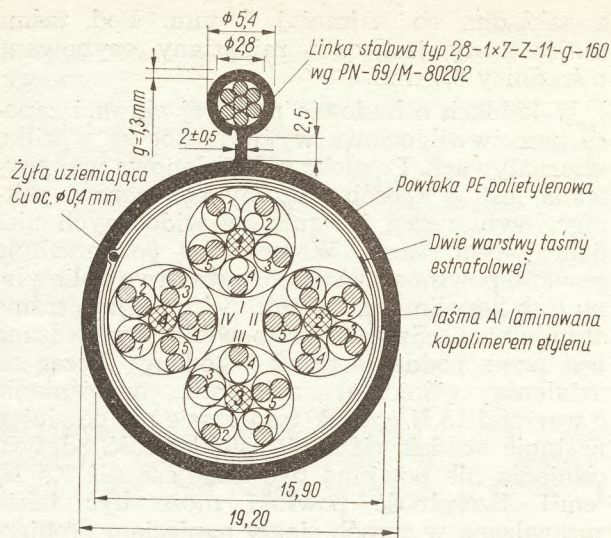
Grubość znamionowa powłoki jest zależna od średnicy ośrodka. Tablica 4 przedstawia grubość powłok polietylenowych kablów o budowie wiązek czwórkowych i parowych. Dopuszczalne odchyłki ujemne grubości wynoszą 0,2 mm + 15% grubości znamionowej. Powłoka kabli nadziemnych z linką nośną ma kształt przedstawiony na rysunku 3; jest to profil kabla o budowie wiązek parowych konstrukcji 4-pęczkowej typu XTKMXn 5×2×0,8 bez żył sygnalizacyjnych.

Pancerz stalowy dla kabli o wiązkach parowych typu XTKMXftx wykonany jest z taśmy stalowych o grubości 0,1 mm w kablach o normalnym wykonaniu oraz o grubości 0,3 mm w kablach o zmniejszonym współczynniku redukcijnym. Pancerz może być utworzony z obwoju

Grubość powłok polietylenowych kablów o budowie wiązek czwórkowych i parowych o przekroju kołowym i z linką nośną

Tablica 4

Średnica ośrodka w mm		Grubość powłoki polietylenowej w mm					
		kable czwórkowe		parowe	p. kołowy	parowe nadziemne	
powyżej	do	min.	znam.	min.	znam.	min.	znam.
—	6	—	—	0,82	1,20	0,65	1,00
6	9	—	—	0,82	1,20	0,74	1,10
9	12	—	—	0,90	1,30	0,82	1,20
12	15	—	—	0,99	1,40	0,91	1,30
15	20	—	—	1,08	1,50	0,99	1,40
—	15	1,16	1,60	—	—	—	—
15	25	1,33	1,80	—	—	—	—
20	25	—	—	1,16	1,60	1,08	1,50
25	30	—	—	1,25	1,70	1,16	1,60
25	35	1,67	2,20	—	—	—	—
35	45	1,84	2,40	—	—	—	—
45	55	2,01	2,60	—	—	—	—
55	65	2,18	2,80	—	—	—	—
65	75	2,35	3,00	—	—	—	—
75	—	2,52	3,20	—	—	—	—



Rys. 3. Profil kabla o budowie wiązek parowych typu XTKMXn konstrukcji 4-pęczkowej $5 \times 2 \times 0,8$ z linką nośną (bez żył sygnalizacyjnych)

jedną lub dwiema taśmami; może też być uformowany wzdłużnie w rurkę z taśmy stalowej gładkiej z zakładką o szerokości nie mniejszej niż 6 mm. Osłona polietylenowa na pancerzu ma grubość 1,2 mm z odchyłką ujemną 0,4 mm. Dopuszczalne są wklęsnięcia i wypukłości osłony wynikające z odznaczania się zakładek taśm stalowych.

Własności elektryczne kabli

Rezystancja izolacji każdej z żył względem żył pozostałych połączonych ze sobą powinna w temp. $20 \pm 5^\circ\text{C}$ przy prądzie stałym wynosić co najmniej 10 gigaomów na 1 km gotowego kabla. Przy temp. 20°C rezystancja żył o średnicy — 0,4; 0,5; 0,6; 0,8 mm powinna wynosić maksymalnie odpowiednio 142; 95; 66; 37 omów/km.

Pojemność skuteczna dla wiązek czwórkowych-gwiazdowych powinna wynosić 40 ± 10 nF/km, dla wiązek parowych 50 nF/km $\pm 12,5\%$ wartości znamionowej.

Asymetria pojemności nie może być większa niż $0,8 \cdot L$ [pF] dla 90% pomiarów i $3 \cdot L$ [pF] dla 10% pomiarów.

Wartość L jest równa wyrażonej w metrach długości odcinka fabrykacyjnego, większej od 300 m.

Wytrzymałość elektryczna badana prądem przemiennym o częstotliwości 50 Hz wymaga odporności na przebicie w czasie 2 sekund przy przyłożeniu napięcia: a) między żyłami 500V, b) między żyłami a ekranem 2000V.

Wytrzymałość elektryczna może być sprawdzana na sucho podczas wytłaczania, napięciem probierczym o wartości skutecznej 1000V. Współczynnik redukcji przy napięciu od 100 do 500V/km nie powinien przekraczać 0,4.

Badania techniczne (odbiorcze)

Program badań odbiorczych przewiduje dwa rodzaje badań: pełne i niepełne. Badania pełne umożliwiają ocenę całkowitą budowy, jakości zastosowanych materiałów i wykonania kabla. Badania pełne wykonuje się przy każdej zmianie stosowanych materiałów i metod technologicznych, jak również przy okresowej kontroli produkcji, która przeprowadzana jest raz na pół roku. Badania niepełne wykonywane są przy bieżącej kontroli produkcji.

Rodzaje badań, wielkość i skład partii oraz licznosc próbek ustalają normy przedmiotowe, natomiast sposób badań jest podany w PN-73/E-04160 „Przewody elektryczne. Metody badań”.

Podczas bieżącej kontroli produkcji wykonywanej przez Zakład, badaniom poddaje się wszystkie odcinki fabrykacyjne wchodzące w skład partii. W przypadku badań technicznych niepełnych wykonywanych podczas badań odbiorczych, np. przy odbiorze komisarycznym PKP, badania wykonuje się na jednym odcinku w przypadku partii o wielkości nie większej niż 10 odcinków i na dwu odcinkach dla partii powyżej 10 odcinków fabrykacyjnych. Za długość fabrykacyjną uważa się odcinek co najmniej 300 m, jeżeli między producentem, a zamawiającym nie ustalono inaczej. Dopuszczalne odchyłki ustalonej długości nie powinny przekraczać 1%. Krótsze odcinki, lecz o długości nie mniejszej niż 100 m, mogą być dostarczane w partii w ilości nie przekraczającej 10% łącznej długości odbieranej partii.

Wnioski

Zdaniem autora wskazane byłoby rozszerzenie asortymentu produkowanych kabli, np. o kable w falistej taśmie aluminiowej (większa giętkość kabla) oraz o kable o budowie czwórkowej-gwiazdowej opancerzone taśmami lub drutami stalowymi okrągłymi bądź profilowymi, o osłonie polietylenowej.

Celowe byłoby także wprowadzenie do produkcji nowoczesnego osprzętu do łączenia kabli telekomunikacyjnych w osłonach z tworzyw termoplastycznych.

Literatura

Norma zakładowa ZN-74-MPM-13-K-12119 Telekomunikacyjne kable miejscowe o izolacji i powłoce polietylenowej o wiązkach czwórkowych i warunki techniczne WT-74-K-069 telekomunikacyjne kable miejscowe o izolacji i powłoce polietylenowej o wiązkach parowych, ziemne i nadziemne.

Koncepcja nowego systemu liniowej radiolączności trakcyjnej na liniach zelektryfikowanych

Stosowane obecnie systemy sieci radiotelefonicznych dyspozytora sieci i zasilania trakcji elektrycznej, dla utrzymywania łączności z pociągami sieciowymi wzdłuż linii zelektryfikowanych, oparte są o zasadę sterowania radiotelefonami stacjonarnymi za pomocą trakcyjnej linii selektorowej. Takim systemem jest, stosowane jeszcze do chwili obecnej na 2 odcinkach linii na terenie ZDOKP, rozwiązanie zaproponowane swego czasu przez zespół racjonalizatorów, oparte o współpracę sieci radiolączności trakcyjnej z selektorami amerykańskimi typu Western Electric. System ten był opisany przez autora w „Przeglądzie Kolejowym Elektrotechnicznym” nr 3/76 r.

W praktyce okazało się jednak, że bazowanie na tego typu rozwiązaniach technicznych nie jest dogodne ze względu na uzależnienie możliwości uruchomienia sieci radiolączności trakcyjnej od istnienia na danym odcinku linii kolejowej, trakcyjnej linii selektorowej. Uruchamianie z kolei trakcyjnych linii selektorowych, w związku ze zbyt małą produkcją urządzeń selektorowych typu Selton, z reguły opóźnia się w stosunku do momentu elektryfikacji linii średnio o 2 lata. Powoduje to paradoksalną sytuację uniemożliwiającą zastosowanie radiolączności trakcyjnej, mimo posiadania do tego celu odpowiedniej liczby radiotelefonów. Warto nadmienić, że wg szacunkowych danych określonych przez służbę trakcji, brak łączności dyspozytora z pociągami sieciowymi na linii zelektryfikowanej ogranicza efektywność wykorzystania czasu zamknięcia toru dla prowadzenia robót sieciowych średnio o około 20 minut na jedno zamknięcie. Biorąc pod uwagę, że prace prowadzone przez jeden pociąg sieciowy na linii wymagają rocznie około 250 do 300 zamknięć toru, łatwo wnioskować jakie straty eksploatacyjne przynosi opisana wyżej sytuacja techniczna.

Taki właśnie stan „oczekiwania” na możliwość uruchomienia sieci radiolączności trakcyjnej, skłonił autora wraz z zespołem pracowników ZDOKP w Poznaniu do szukania nowego rozwiązania technicznego omawianej sieci radiotelefonicznej nie wymagającego istnienia na danej linii selektorowej łączności trakcyjnej. Techniczna ocena sytuacji oraz przeprowadzone wstępne próby doprowadziły do znalezienia nowego rozwiązania, w którym zostało zgłoszone w ZDOKP Poznań w ramach pracowniczego projektu wynalazczego, uzyskując pozytywne opinie zarówno pionu technicznego służby zabezpieczenia ruchu i łączności, jak i służby trakcji.

Założenia techniczne systemu

Proponowany system radiolączności trakcyjnej składa się z manipulatora zlokalizowanego u dyspozytora sieci i zasilania oraz z rozmieszczonych wzdłuż linii kolejowych urządzeń sterujących i dowolnego typu radiotelefonów stacjonarnych. Układ manipulatora dyspozytorskiego przedstawiony jest na rysunku 1, natomiast schemat urządzenia sterującego stacji bazowej zamieszczony jest na rysunku 2.

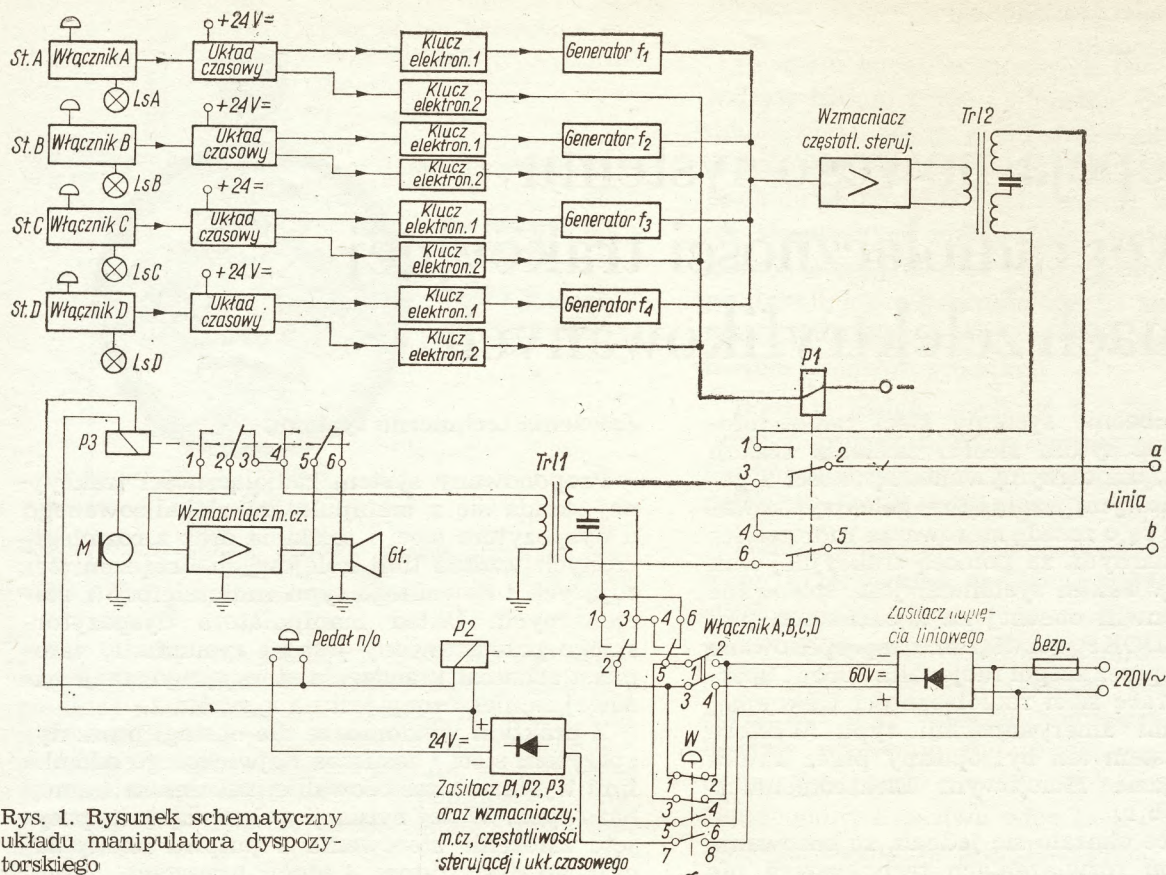
Z praktyki wiadomo, że dla obsługi przez dyspozytora sieci i zasilania największego odcinka linii wystarcza zastosowanie maksimum 4 stacji bazowych. W tej sytuacji w rozwiązaniu przyjęto założenie sterowania z pulpitu manipulacyjnego dyspozytora 4 stacji bazowych, z tym że zależnie od potrzeb, stacji tych zawsze może być mniej.

Przez pojęcie stacji bazowej rozumie się tu radiotelefon stacjonarny wraz z urządzeniem sterującym przyłączonym do 1 pary przewodów linii. Manipulator dyspozytora ma, stosownie do liczby stacji bazowych na linii, odpowiednią liczbę układów elektronicznych składających się z: wyłącznika typu „isostat” z sygnalizacją pracy stacji bazowej, układu czasowego sterującego 2 klucze elektroniczne oraz generatora częstotliwości sterujących. Ponadto manipulator składa się ze wzmacniacza częstotliwości sterujących, 2 transformatorów liniowych, układu rozmownego (mikrofon — głośnik), zasilaczy 60 V= i 24 V= oraz układów przekładników P1, P2, P3.

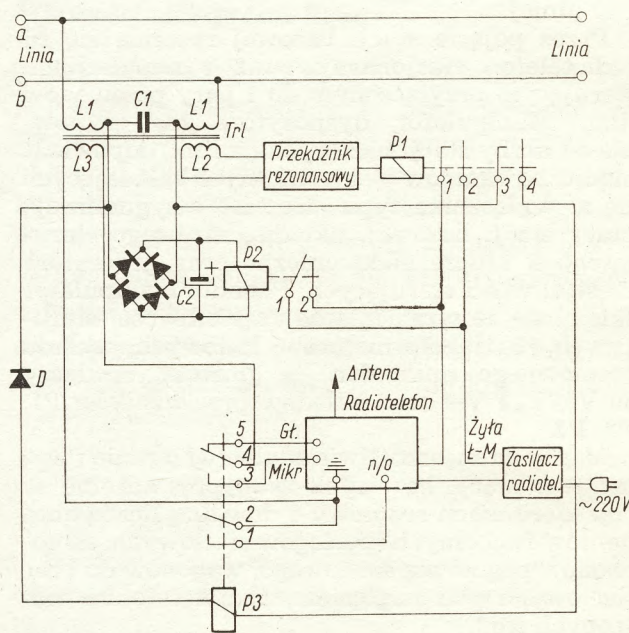
Manipulator umożliwia zdalne włączanie i wyłączenie stacji bazowych oraz prowadzenie w obu kierunkach rozmowy z dowolną liczbą abonentów ruchomych (pociągów sieciowych, samochodów pogotowia sieciowego, wagonów do prac sieciowych pod napięciem, radiotelefonów noszonych itp.).

Przyłączone do linii urządzenie sterujące stacji bazowej składa się z: transformatora liniowego, przekładnika rezonansowego sterującego przekładnikiem P1, układu mostkowego z filtrem C2 zasilającego przekładnik P2 oraz przekładnika P3 służącego do kluczowania nadajnika radiotelefonu bazowego.

W stanie zasadniczym pracy sieci w linii występuje pilotujące napięcie stałe 60 V podawane z zasilacza napięciowego liniowego manipulatora dyspozytorskiego poprzez styki 1—2 i 3—4 wyłącznika, styki 2—3 i 5—6 przekładnika P2, uzwojenie Tr11 i styki 2—3, 5—6 przekładni-



Rys. 1. Rysunek schematyczny układu manipulatora dyspozytorskiego



Rys. 2. Rysunek schematyczny urządzenia sterującego na stacji bazowej

ka P1. Występowanie w linii tego napięcia powoduje przyciągnięcie przełączników P2 w urządzeniach sterujących wszystkich stacji bazowych. W ten sposób, na skutek rozwarthy styków 1—2 omawianego przełącznika, radiotelefony stacjonarne są wyłączone.

Dla włączenia stacji bazowych (przejścia radiotelefonów stacjonarnych w stan gotowości do pracy) dyspozytor włącza włącznik W, powodując włączenie zasilacza 24 V= i odcięcie z linii

napięcia stałego 60V przez rozwarcie styków 1—2 i 3—4. Brak napięcia pilotującego 60 V w linii umożliwia powrót przełączników P2 urządzeń sterujących stacji bazowych do stanu beznapięciowego i włączenie radiotelefonów bazowych przez styki 1—2 tego przełącznika włączone w żyłę L—M pomiędzy zasilaczem i zespołem nadawczo-odbiorczym radiotelefonu. Włączone stacje bazowe umożliwiają dwukierunkową pracę sieci radiotelefonicznej trakcyjnej.

Wywołanie dyspozytora ze stacji ruchomej i prowadzenie rozmowy

Sygnał z radiotelefonu ruchomego dochodzi do anteny najbliższej stacji bazowej i zostaje odebrany przez odbiornik stacjonarnego zespołu nadawczo-odbiorczego. Z wyjścia odbiornika, przez styki 5—4 przełącznika P3 (rys. 2) znajdującego się w urządzeniu sterującym na tej stacji bazowej, sygnał pasma rozmównego zostaje przez cewkę L3 transformatora liniowego Tr1 skierowany do linii. Po dojściu do manipulatora dyspozytorskiego sygnał ten przez styki 2—3 i 5—6 przełącznika P1 (rys. 1), przez transformator liniowy Tr1, styki 4—3—2 przełącznika P3 zostaje podany na wejście tranzystorowego wzmacniacza m.c., a dalej przez styki 5—6 tego samego przełącznika dochodzi do głośnika. Dyspozytor po odebraniuwołania blokuje włącznikiem typu „isostat” A, B, C lub D pozostałe stacje bazowe, pozostawiając czynną tylko stację wybraną (najbliższą wołającej stacji ruchomej). W trakcie rozmowy kluczuje on nadajnik czynnej stacji bazowej przełącznikiem

pedałowym n/o (przełącza stację zdalnie na nadawanie lub odbiór).

Wciśnięcie włącznika typu „isostat” wybranej stacji bazowej (np. st. B) uruchamia układ czasowy, który w zadanym czasie (około 1—2 sek.) za pomocą klucza elektronowego 1 włącza sygnał sterujący z generatora (w tym przypadku f_2). Sygnał ten po wzmocnieniu we wspólnym tranzystorowym wzmacniaczu częstotliwości sterującej przez transformator liniowy Tr12 podaje na manipulatorze dyspozytora ton sterujący na linię przez zwarte styki 1—2 i 4—5, uruchomionego na ten czas kluczem elektronowym 2 przełącznika P1. Po zadanym czasie około 1—2 sek. układ wraca do stanu wyjściowego (przełącznik P1 odpada). W tym czasie w linii, drogą przez styki 1—2 i 3—4, włącznika A, B, C, D styki 5—6 i 2—3 przełącznika P2 oraz uzwojenie wtórne transformatora liniowego Tr11, pojawia się napięcie stałe 60 V.

Sygnał sterujący, po dojściu do transformatorów liniowych Tr1 na stacjach bazowych, pojawia się na cewkach L2 tych transformatorów. Jednak tylko na 1 wybranej stacji bazowej zadziała przełącznik P1 (rys. 2)ysterowany przełącznikiem rezonansowym nastrojonym na przechodzącą częstotliwość sterującą. Przełącznik ten stykami 1—2 zbocznikuje zwarte dotychczas styki 1—2 przełącznika P2, przez co, mimo że po ustaniu w linii sygnału częstotliwości sterującej i pojawieniu się napięcia stałego 60 V zadziała przełącznik P2, radiotelefon wybranej stacji bazowej nadal będzie w stanie czynnym. Wyłączone zostaną tylko radiotelefony na pozostałych stacjach bazowych. Jednocześnie przez styki 3—4 przełącznika P1 powstaje obwód dla przełącznika P3. Pojawienie się w linii napięcia stałego 60 V, po ustaniu sygnału sterującego, nie uruchomi przełącznika P3, ponieważ uniemożliwia to włączona zaporowo dioda D.

Włączenie przez dyspozytora przełącznika pedałowego n/o powoduje włączenie zasilania 24 V= na przełączniki P2 i P3 w manipulatorze dyspozytora (rys. 1). Zadziałanie przełącznika P2 zmienia polaryzację napięcia stałego 60 V w linii (napięcie to na uzwojenie wtórne transformatora liniowego Tr11 dostaje się teraz przez styki 2—1 i 5—4), czyli na żyłę „a” podany będzie „—” a na żyłę „b” potencjał „+” tego napięcia. Dzięki układowi mostkowemu na zablokowanych stacjach stałych nadal pozostaje w stanie czynnym przełącznik P2, blokując radiotelefony. Natomiast, zmiana polaryzacji napięcia pilotującego 60 V w linii uruchamia na czynnej stacji bazowej przełącznik P3 (rys. 2), którego styki 3—4 włączają do linii mikrofon, wyłączając jednocześnie głośnik. Nadajnik tak przygotowanego radiotelefonu na wybranej stacji bazowej modulację swojej fali nośnej otrzymuje sygnałem akustycznym z mikrofonu u dyspozytora (rys. 1). Sygnał ten dochodzi przez styki 1—2 przełącznika P3, tranzystorowy wzmacniacz m. cz., styki 5—4 przełącznika P3, transformator liniowy Tr11, linię a dalej transformator liniowy Tr1 (rys. 2), cewkę L3. styki 4—3 przełącznika P3 oraz wejście mikrofonowe radiotelefonu stacjonarnego. Rozłączenie przez dyspozytora przełącznika pedałowego n/o umożliwia mu odbiór informacji ze stacji ruchomej.

Po skończeniu rozmowy, w celu powrotu układu sieci do stanu wyjściowego, dyspozytor zwalnia wciśnięty poprzednio włącznik typu „isostat” na pulpicie manipulatora. Ponownie zanika w linii napięcie pilotujące 60 V= (rozwierają się styki 1—2 i 3—4 włącznika A, B, C, D), powodując odblokowanie wszystkich radiotelefonów stacjonarnych na linii. W linię wysyłany zostaje ponownie na okres około 1 do 2 sek. sygnał częstotliwości sterującej, który w czynnej poprzednio stacji bazowej wyłączy przełącznik P1, za pomocą układu odłączania w przełączniku rezonansowym.

Wywołanie stacji ruchomej przez dyspozytora i prowadzenie rozmowy

W celu wywołania abonenta ruchomego dyspozytor wciska włącznik typu „isostat” wybranej stacji bazowej, a następnie, sterując przełącznikiem pedałowym n/o, prowadzi rozmowę. Po skończeniu rozmowy zwalnia wciśnięty poprzednio włącznik typu „isostat”, umożliwiając powrót układu sieci do stanu wyjściowego. Działanie zastosowanych układów podczas wywołania i prowadzenia rozmowy jest identyczne jak opisano wyżej.

Uwagi końcowe

W celu wyłączenia z pracy sieci radiotelefonicznej trakcyjnej w razie braku potrzeby pozostawienia sieci w stanie czynnym, dyspozytor zwalnia z powrotem uprzednio wciśnięty dla uruchomienia sieci przycisk W, włączając na linię napięcie pilotujące 60 V=, które przez styki 1—2 przełącznika P2 (gdy przełącznik jest w stanie czynnym styki 1—2 są rozwarne) powoduje zdalne wyłączenie wszystkich radiotelefonów na stacjach bazowych.

Proponowane rozwiązanie techniczne może znaleźć zastosowanie przy budowie sieci radiołączności trakcyjnej na każdym odcinku zelektryfikowanej linii kolejowej, bez względu na to czy na tej linii pracuje łącze selektorowe trakcyjne, czy też łącza takiego nie ma. Praktycznie przyspiesza to średnio o 2 lata uruchomienie omawianej sieci radiotelefonicznej, umożliwiając jej zastosowanie niemal równocześnie z zakończeniem elektryfikacji linii. Nie mniej ważną sprawą jest zmniejszenie awaryjności sieci radiołączności trakcyjnej oraz usprawnienie jej działania przez wyeliminowanie potrzeby współpracy z linią selektorową trakcyjną. Zastosowanie proponowanego rozwiązania pozwala zaoszczędzić przy budowie odcinka sieci radiołączności trakcyjnej o przeciętnej długości 4 aparatów selektorowych typu Selton, co oprócz uzyskania konkretnych wymiernych efektów ekonomicznych, pozwoli na wcześniejsze uruchomienie innych, nowych linii selektorowych.

Omówione rozwiązanie techniczne zostało wstępnie sprawdzone pod względem poprawności działania. Przeprowadzone próby wypadły pomyślnie. Obecnie zespół twórców przystąpił do opracowania szczegółowej dokumentacji technicznej dla wdrożenia prototypowej sieci radiołączności trakcyjnej na jednym z odcinków linii zelektryfikowanej na terenie ZDOKP.

Aparatura elektroniczna ZDBAN „Unipan”

Sprzęt opracowany i wyprodukowany przez Zakład Doświadczalny Budowy Aparatury Naukowej UNIPAN — Polskiej Akademii Nauk wyróżnia się wieloma zaletami. Są to: oryginalność rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych, wysokie parametry techniczne, bardzo duża jakość i niezawodność oraz wysoki standard wykonania. Wymienione zalety dotyczą zarówno aparatury elektronicznej do pomiaru sygnałów progowych, jak i ultradźwiękowej i laboratoryjnej.

Zakład Budowy Aparatury Naukowej UNIPAN w ciągu kilkunastu lat istnienia może poszczycić się poważnym dorobkiem w opracowaniu i wytwarzaniu aparatury naukowej i pomiarowo-kontrolnej, przeznaczonej dla potrzeb placówek naukowych, naukowo-badawczych, przemysłu, usług oraz eksportu. Produkowana w zakładzie aparatura jest sprzedawana do wielu krajów, przy czym jej poważnymi odbiorcami są: Anglia, Austria, Bułgaria, Czechosłowacja, Egipt, Japonia, Jugosławia, NRD, Pakistan, RFN, Rumunia, Węgry i ZSRR.

Opracowany i produkowany sprzęt zdobył duże zainteresowanie i uznanie. Dowodem tego są liczne wyróżnienia, złote medale, nagrody. UNIPAN uzyskał za wyroby w dziedzinie elektroniki sześć złotych medali na Międzynarodowych Targach w Brnie, Lipsku oraz od Głównego Komitetu Wystawy Osiągnięć Gospodarczych ZSRR w Moskwie. Poza tym uzyskał on wiele nagród i wyróżnień, w tym Nagrodę Państwową II Stopnia, nagrody: Ministra Szkolnictwa Wyższego i Techniki, Ministra Kultury i Sztuki, Wszechzwiązkowej Izby Handlowej ZSRR itd.

Wysoką jakość wytwarzanej aparatury uzyskano dzięki następującemu stylowi pracy:

- Stosuje się ścisłą współpracę Działu Rozwojowo-Konstrukcyjnego Zakładu z Instytutami Polskiej Akademii Nauk w oparciu o „trójkąt wymiany informacji” — PROJEKTANT — WYTWÓRCA — UŻYTKOWNIK.

Tworzy się zatem wspólne „robocze zespoły problemowe”, które współdziałają przez wszystkie etapy powstawania danego modelu.

- Wprowadza się do produkcji tylko te typy urządzeń, których sprawdzone parametry techniczne są porównywalne bądź lepsze od parametrów podobnych aparatów wytwarzanych w wysoko rozwiniętych krajach.

Jest to integralnie związane z zatrudnieniem wysoko kwalifikowanych specjalistów, których metoda pracy polega na bieżącej analizie opracowywanego typu aparatu, począwszy od założeń techniczno-ekonomicznych, aż do serii produkcyjnej. Zyskuje się przy tym dodatkowe korzyści w postaci wychowywania i wyszkolenia nowych fachowców: inżynierów i techników, zatrudnionych bezpośrednio po studiach.

- Wykorzystuje się tylko te materiały krajowe i zagraniczne, które spełniają wymagania norm międzynarodowych, przy wieloetapowej ich kontroli.

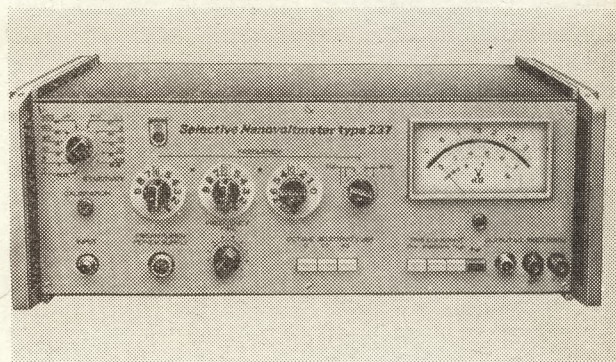
- Przywiązuje się istotną wagę do wyglądu zewnętrznego urządzenia i jego funkcjonalności.

Jak wspomniano, w zakładzie produkuje się różne urządzenia, z których zostaną opisane w niniejszym artykule jedynie wybrane modele, jak aparatura do pomiaru sygnałów progowych typów 232, 233, 237 i 251 oraz regulator temperatury typ 650 i przystawka mocy typ 651.

Aparaty elektroniczne do pomiaru sygnałów progowych umożliwiają mierzenie, rejestrowanie i badanie zjawisk dotychczas nie wykrytych ani ujawnionych innymi przyrządami. Przy tym czułość mierników, przeznaczonych do pomiaru napięcia przemiennego, szczególnie małej częstotliwości, może być wielka ze względu na możliwość wykorzystania wzmacniaczy pomiarowych o bardzo dużym i stabilnym wzmocnieniu.

W miernikach służących do pomiaru bardzo małych sygnałów zmiennych zastosowano metodę wzmocnienia selektywnego oraz metodę detekcji homodynowej (fazoczułej). Na podstawie metody ograniczenia szerokości pasma przez selektywne wzmocnienie działają nanowoltomierze selektywne UNIPAN typów 233 i 237; metodę detekcji fazoczułej zastosowano w nanowoltomierzach homodynowych UNIPAN typ 232.

Nanowoltomierze selektywne typów 233 i 237 (fot. 1) służą do selektywnego pomiaru bardzo małych napięć



Fot. 1. Nanowoltomierz selektywny Unipan typ 237

zmiennych. Duża ich czułość, niski poziom szumów, możliwość współpracy z wymiennymi przedwzmacniaczami oraz wysokie parametry selektywności umożliwiają użytkownikom nanowoltomierzy dokonywanie dokładnych pomiarów, zarówno wielkości elektrycznych, jak i innych bardzo małych wielkości fizycznych, dających się zamienić na przebiegi elektryczne. Wymienione aparaty mogą służyć do: pomiaru bardzo małych napięć przemiennych o ustalonej częstotliwości, występujących na tle silnych zakłóceń lub szumów, analizy widmowej przebiegów harmonicznych i szumowych, jako bardzo czułe wskaźniki równowagi wszelkiego rodzaju układów mostkowych prądu zmiennego, jako selektywne wzmacniacze pomiarowe do miernictwa mikrofalowego, a po zastosowaniu odpowiednich przetworników fotoelektrycznych i przerywaczy drogi optycznej — do bardzo czułych pomiarów fotometrycznych i spektrofotometrycznych. Mogą one

być również użyte do podstawowych badań z zakresu różnych dziedzin fizyki, przede wszystkim w dziedzinie fizyki ciała stałego, techniki jądrowej, chemii fizycznej oraz wszędzie tam, gdzie jest potrzebny pomiar bardzo stałych sygnałów.

Dzięki wysokim parametrom selektywności oraz niskiemu poziomowi szumów, nanowoltomierz selektywny typ 233 może służyć do analizy przebiegów, dając możliwość pomiarów składowych, których poziom jest niższy o 80 dB od poziomu składowej podstawowej. Nanowoltomierz ten może być używany, poza pomiarami selektywnymi, jako mikrowoltomierz szerokopasmowy w zakresie częstotliwości 1,5 Hz ÷ 150 kHz oraz jako czuły wzmacniacz szerokopasmowy w pasmie (3 dB) 0,5 Hz ÷ 400 kHz.

Nanowoltomierz selektywny typ 237 może być używany, poza pomiarami selektywnymi, jako mikrowoltomierz szerokopasmowy w zakresie częstotliwości 1 Hz ÷ 100 kHz oraz jako czuły wzmacniacz szerokopasmowy w pasmie (3 dB) 0,3 Hz ÷ 300 kHz.

Podstawowe dane techniczne nanowoltomierzy selektywnych 233 i 237 są następujące:

Aparat typ 233 — zakres częstotliwości: od 1,5 do 150 kHz; zakresy pomiarowe: 1, 3, 10, 30, 100 i 300 mikrowoltów oraz 1, 3, 10, 30 i 100 miliwoltów; z przedwzmacniaczem UNIPAN typów 233.5 i 233.7 dodatkowe zakresy: 100 nV i 300 nV; z przedwzmacniaczem UNIPAN typ 233.6 dodatkowy zakres: 300 nV; z przedwzmacniaczem UNIPAN 233.7 oraz transformatorami wejściowymi UNIPAN typów 233.7.1, 233.7.2 lub 233.7.3 — dodatkowe zakresy: 3 nV, 10 nV, 30 nV, 100 nV i 300 nV; impedancja wejściowa przyrządu: 1 MΩ/25 pF; wyjście napięcia przemiennego: 1 V_{sk} odpowiada pełnemu wychyleniu miernika, rezystancja wyjściowa 600 omów; wyjście napięcia stałego: 100 mV (odpowiada pełnemu wychyleniu miernika), rezystancja wyjściowa: 100 omów.

Nanowoltomierz typ 237 — zakres częstotliwości: od 1 Hz do 99,9 kHz; zakresy pomiarowe łącznie z dodatkowymi (z przedwzmacniaczami 233.5 i 233.6 oraz 233.7 i transformatorami wejściowymi 233.7.1, 233.7.2 lub 233.7.3), a także dane wyjścia są takie same jak w nanowoltomierzu selektywnym typ 233.

Obydwa typy aparatów zasilane są z sieci 100/220/250 V, 50—60 Hz i mają pobór mocy około 10 VA.

Metodę detekcji fazoczułej zastosowano w nanowoltomierzu homodynowym UNIPAN typ 232. Przeznaczono go do pomiaru napięć przemiennych o częstotliwości określonej częstotliwością sygnału odniesienia i poziomie leżącym znacznie poniżej szumów własnych zakłóceń. Te możliwości uzyskano dzięki zastosowaniu układu detekcji fazoczułej (homodynowej). Dla prawidłowej pracy nanowoltomierza homodynowego konieczne jest doprowadzenie sygnału odniesienia, mającego przebieg periodyczny, o częstotliwości identycznej z częstotliwością sygnału mierzonego. Normalny zakres nanowoltomierza homodynowego rozpoczynający się od 300 nV może być poszerzony w kierunku większej czułości za pomocą szerokopasmowych przedwzmacniaczy i transformatorów wejściowych.

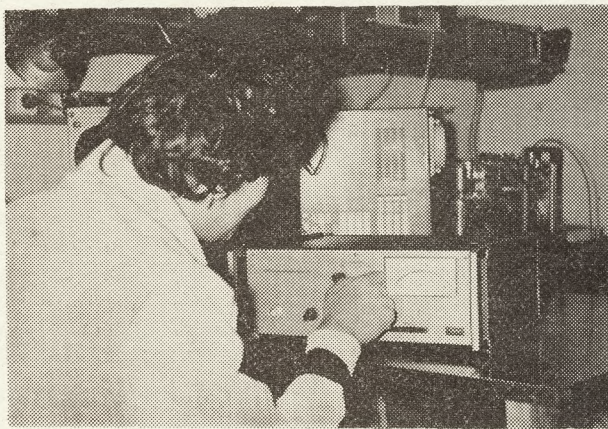
Nanowoltomierz model 232 jest przeznaczony do pracy w laboratoriach fizycznych i elektronicznych do pomiaru bardzo małych napięć przemiennych w zakresie częstotliwości 1,5 Hz do 150 Hz, a także w zestawach do pomiarów właściwości materiałów i elementów półprzewodnikowych i zestawach do pomiarów fotometrycznych i spektrofotometrycznych. Przy-

rząd może być również użyty jako czuły wskaźnik równowagi mostków oraz stosowany jako wzmacniacz z regulowanym pasmem lub przesuwnik fazy.

Podstawowe dane techniczne nanowoltomierza homodynowego typ 232 są następujące: zakres częstotliwości: 1,5 Hz — 150 kHz z możliwością zwięźniania pasma za pomocą filtru; zakres pełnego wychylenia wskazówki miernika: od 300 nV do 30 mV w 11 podzakresach, z przedwzmacniaczami 233.5 lub 233.7 — od 30 nV do 3 mV w 11 podzakresach, z przedwzmacniaczem 233.6 — od 100 nV do 10 mV w 11 podzakresach, a z przedwzmacniaczem 233.7 i transformatorem wejściowym 233.7.1, 233.7.2 lub 233.7.3 — od 1 nV do 100 μV w 11 podzakresach; impedancja wejściowa 100 MΩ/20 pF; wyjście symetryczne: ±10 V; wyjście niesymetryczne: ±5 V w stosunku do masy; zasilanie aparatu: z sieci 110/125/250 V, 50—60 Hz, pobór mocy: 25 VA. Wymiary aparatu wynoszą 440 × 164 × 330 mm, a jego masa 11 kg.

Liczne dziedziny zastosowań nanowoltomierzy homodynowych, jak np. fizyka ciała stałego, radiospektroskopia, fizyka jądrowa, biofizyka itp., powodują znaczne zapotrzebowanie na tego rodzaju mierniki.

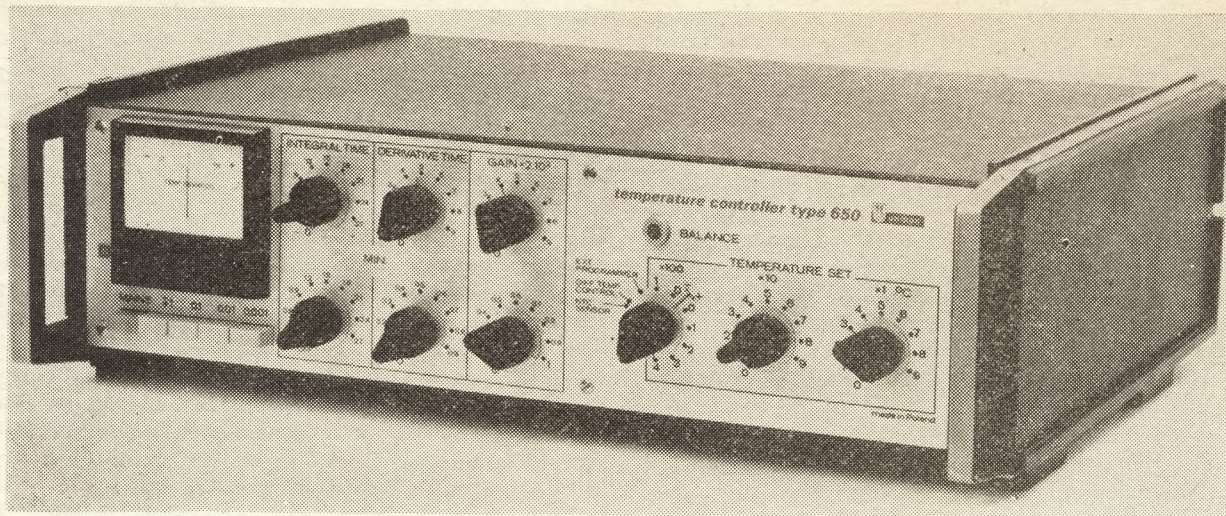
Jako nowość w dziedzinie aparatów do pomiaru sygnałów progowych, opracowano nanowoltomierz napięcia stałego UNIPAN typ 251 (fot. 2), służący do



Fot. 2. Przy nanowoltomierzu typ 251

pomiaru bardzo małych napięć stałych lub małych zmian pomiędzy stałymi potencjałami. Urządzenie znajduje zastosowanie przy pomiarach temperatury, napięć kontaktowych, przy badaniach efektu Halla, pomiarach kriogenicznych oraz w wielu innych pracach badawczych różnych dziedzin nauki. Nanowoltomierz może być również używany jako bardzo czuły wskaźnik zera w układach mostkowych. Jego podstawowe dane techniczne są następujące: zakresy pomiarów: 10 nV — 100 mV; dokładność: ±2% na wszystkich zakresach; niestabilność: mniejsza niż 10 nV/24 h; szумы wejściowe: mniejsze niż 1 nV, zasilanie sieciowe: 110/220/250 V, 50—60 Hz oraz bateryjne z wewnętrznej baterii niklowo-kadmowej.

Regulator temperatury UNIPAN typ 650 (fot. 3) przeznaczono głównie do dokładnej regulacji temperatury w zakresie od -200°C do +500°C. Używany może on być w laboratoriach chemicznych, fizycznych, biologicznych, medycznych itp. i stosowany w termostatach, kalorymetrach, reaktorach chemicznych i innych obiektach, gdzie wymagana jest duża stałość temperatury przez dłuższy okres czasu. Dla przykładu można wymienić liczne możliwości stosowania omawianego regulatora. W laboratoriach termochemicznych



Fot. 3. Regulator temperatury typ 650

regulator może być używany przy stabilizacji temperatury w termostatach i kalorymetrach, zwłaszcza przy pomiarach małych efektów cieplnych różnych przemian, np. ciepła absorpcji, przejść fazowych, ciepła reakcji chemicznej, ciepła hydratacji cementów, ciepła rozpuszczania, mieszania, zwilżania, polimeryzacji itp. W laboratoriach fizykochemicznych jest wykorzystywany przy procesach krystalizacji i destylacji, przy wyznaczaniu ciężarów cząsteczkowych, w asymetrii termicznej, przy regulacji temperatury reaktorów chemicznych itp.; w laboratoriach biologicznych i biochemicznych — przy hodowli kultur bakterii, badań kwasów nukleinowych itp. Dzięki odpowiednim właściwościom regulacyjnym i pomiarowym model 650 może być używany jako miernik temperatury lub przystosowany do rejestracji temperatury w funkcji czasu, parametru niezbędnego w takich metodach i technikach, jak cieplna analiza różnicowa (DTA), kalorymetria laboratoryjna, kriometria dynamiczna czy termiczna osmometria.

Regulator może być również stosowany w szkolnictwie do nauczania automatycznej regulacji procesów, a przede wszystkim do przeprowadzania w sposób łatwy pokazowych doświadczeń z zakresu dynamiki własności układów cieplnych i elementarnych własności regulatorów.

Podstawowymi zespołami regulatora temperatury typ 650 są: mostek oporowy, wzmacniacz pomiarowy, układ korekcyjny oraz tyrystorowy wzmacniacz mocy. Czujnik platynowy umieszczony wewnątrz układu cieplnego (termostatu) stanowi jedną z gałęzi mostka, natomiast druga, przyległa gałąź tego mostka służąca jako nastawnik temperatury może przyjmować różne wartości rezystancji, regulowanej za pomocą zestawu trzech przełączników obrotowych wyskalowanych bezpośrednio w stopniach Celsjusza. Napięcie na przekątnej mostka, określające odchylenie temperatury układu cieplnego od wartości ustawionej jest odpowiednio wzmocnione, a następnie po dokonaniu właściwej korekcji, wykorzystane do sterowania mocy grzejnej termostatu i dalszego działania urządzenia.

Do współpracy z regulatorem temperatury typ 650 przewidziana jest przystawka mocy UNIPAN typ 651, w przypadku kiedy wymagana moc grzejna przekracza 150 W. Moc grzejna może być wówczas regulowana w sposób ciągły od 0 do 2 kW za pomocą impulsu o regulowanym przesunięciu fazowym względem

sieci zasilającej (impulsy takie wytwarza regulator typ 650) bądź za pomocą napięcia stałego 0—1 V lub też ręcznie za pomocą potencjometru umieszczonego na płycie czołowej aparatu.

Podstawowe dane techniczne obydwu aparatów są następujące:

Dla regulatora temperatury typ 650: próg czułości wzmacniacza pomiarowego: mniejszy niż $0,4 \mu\text{V}$ lub $0,4 \times 10^{-3}$ oma lub $10^{-3} ^\circ\text{C}$; dokładność nastawiania temperatury: lepsza niż 1°C w zakresie od -200°C do $+500^\circ\text{C}$ przy użyciu czujnika oporowego — platynowego o współczynniku temperaturowym $0,003916/^\circ\text{C}$; zasilanie: 220/250 V, 50—60 Hz; pobór mocy: 20 VA oraz 150 VA mocy grzejnej.

Dla przystawki mocy typ 651: moc grzejna: 0—2 kW dla grzejnika o rezystencji 24 omów i napięciu sieci 220 V. Dla grzejnika o większej rezystancji (do $R=200$ omów) maksymalna moc grzejna wynosi $(220)^2/R$ W; zasilanie: 220/250 V, 50—60 Hz; pobór mocy: 10 VA oraz 2 kW mocy grzejnej.



Fot. 4. Unipan — kontrola aparatury w dziale Service

Na zakończenie warto nadmienić, że w UNIPAN-ie pracuje placówka serwisowa (fot. 4), która zajmuje się nie tylko konserwacją własnej aparatury, lecz prowadzi serwis urządzeń elektronicznych kilku poważnych firm japońskich, w tym „Ricken Denshi Co Ltd, Japan”.

W. KOZIK, J. MALISZEWSKI, K. SZCZEPIÓRKOWSKI: **Tyrystorowy układ regulacji wzbudzenia silników trakcyjnych jednostki EW58 przy hamowaniu (TUHEX).** Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 10, s. 1—8, rys. 9, fot. 2.

Zapoznanie potencjalnych użytkowników kolejowych z budową, działaniem oraz wynikami wstępnych badań układu hamowania elektrodynamicznego TUHEX.

Red. Prz. Kolej. E.

T. DZIĘGIELEWSKI: **Ergonomia warunków pracy.** Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 10, s. 8—11.

Autor rozwija podstawowe pojęcie jakim jest ergonomia warunków pracy, mająca na celu przystosowanie warunków do potrzeb i możliwości ludzkich.

Red. Prz. Kolej. E.

K. CIANCIARA: **Fizyczna interpretacja wytwarzania SEM przez oddziaływanie pól magnetycznych na przewodniki.** Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 10, s. 11—16, rys. 2.

W artykule przedstawiono oddziaływanie stałych pól magnetycznych na ruchome przewodniki. Rozważania te są oryginalną koncepcją autora.

Red. Prz. Kolej. E.

W. WÓJCICKI: **Uszkodzenia wagonowej aparatury elektrycznej.** Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 10, s. 16—22, fot. 8, tabl. 3.

W drugiej części artykułu przedstawiono statystyczny i techniczny opis uszkodzeń wagonowej aparatury elektrycznej oraz wnioski wypływające z tego.

Red. Prz. Kolej. E.

K. MALISZCZAK: **Nowoczesne kable telekomunikacyjne miejscowe.** Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 10, s. 22—26, rys. 3, tabl. 4.

Zapoznanie personelu inżynieryjno-technicznego, szczególnie służby łączności, z walorami kabli telekomunikacyjnych miejscowych, których produkcję już rozpoczęto.

Red. Prz. Kolej. E.

K. JESIONOWSKI: **Koncepcja nowego systemu liniowej radiołączności trakcyjnej na liniach zelektryfikowanych.** Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 10, s. 27—29, rys. 2.

Autor rozwija projekt racjonalizatorski dotyczący systemu liniowej radiołączności trakcyjnej na liniach zelektryfikowanych.

Red. Prz. Kolej. E.

M. RÓŻYCKI: **Aparatura elektroniczna ZDBAN „Unipan”.** Prz. Kolej. E., 1976, rok 23, A4, nr 10, s. 30—32, fot. 4.

Omówienie zalet aparatury elektronicznej wyprodukowanej przez Zakład Doświadczalny Budowy Aparatury Naukowej „Unipan”.

Red. Prz. Kolej. E.



Wydawca:

**WYDAWNICTWA
KOMUNIKACJI
i ŁĄCZNOŚCI**

ul. Kazimierzowska 52
02-546 Warszawa
tel. 49-27-51

Redakcja —
ul. Kazimierzowska 52
02-546 Warszawa,
telefon 49-27-51 wewn. 241

Redaguje kolegium w składzie:

inż. S. Krawczyk, mgr inż. J. Nemec, inż. J. Skoniecki, mgr inż. J. Suchodolski, B. Wróblewska
przy współpracy ze Stowarzyszeniem Inżynierów i Techników Komunikacji
Skanowanie: Artur Palka

Warunki prenumeraty:

Prenumeratę na kraj przyjmują Oddziały RSW „Prasa—Książka—Ruch” oraz urzędy pocztowe i doręczyciele, w terminach: do 25 listopada — na I kwartał, I półrocze roku następnego i cały rok następny; do dnia 10 miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty — odpowiednio na II kwartał, II półrocze i III kwartał.
Cena prenumeraty rocznej — 42 zł, półrocznej — 21 zł, kwartalnej — 10,50 zł.

Instytucje organizacje i wszelkiego rodzaju zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa—Książka—Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma Oddziałów RSW „Prasa—Książka—Ruch” — w urzędach pocztowych. Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych lub u doręczycieli.

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw RSW „Prasa—Książka—Ruch”, ul. Towarowa 28, 00-958 Warszawa, konto PKO nr 1531-71, w terminach podanych dla prenumeraty krajowej. Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę jest droższa od prenumeraty krajowej o 50 proc. dla zlecających instytucji, organizacji i zakładów pracy.

Z życia służby zrił

W dniu 18 maja 1976 r. odbyła się krajowa narada techniczna dotycząca przewodowej i radiowej łączności kolejowej, zorganizowana przez Śląską Dyрекcję Okręgową Kolei Państwowych.

Narada odbyła się w Jaszowcu i zgromadziła 45 osób personelu inżynieryjno-technicznego z CZZRiŁ ze wszystkich DOKP, z COBiRTK, Zakładu Sterowania i Telekomunikacji oraz z niektórych kolejowych biur projektowych, z KZŁ i KZZRiŁ Zielonka.

Gospodarzy narady reprezentowali: inż. Marian Iwański naczelnik i mgr inż. Tadeusz Półkotycki zastępca naczelnika Zarządu Zabezpieczenia Ruchu i Łączności Śląskiej DOKP. Obradom przewodniczył mgr inż. Jerzy Nemec wicedyrektor Centralnego Zarządu Zabezpieczenia Ruchu i Łączności.

W czasie obrad wygłoszone zostały następujące referaty:

1. „Kierunki rozwoju łączności przewodowej na PKP w latach 1976—1980” — inż. Witold Bystrzejewski z CZZRiŁ;
2. „Nowe zasady utrzymania urządzeń łączności przewodowej i radiowej na PKP” — mgr Henryk Burzyński z CZZRiŁ;
3. „Utrzymanie urządzeń łączności radiowej” — mgr inż. Marian Radziukiewicz z CZZRiŁ;
4. „Analiza uszkodzeń i awarii sieci łączności przewodowej PKP” — inż. Zygmunt Chałapuk z CZZRiŁ;
5. „Wyniki badań zakłóceń w niektórych automatycznych centralach telefonicznych oraz wnioski” — mgr inż. Michał Bednarek z COBiRTK;
6. „Automatyzacja sieci telefonicznej PKP w świetle nowej produkcji urządzeń systemu krzyżowego i zaprzestania dostaw central systemu biegowego” — inż. Marian Białecki z CZZRiŁ;

7. „Nowoczesne konstrukcje kabli telekomunikacyjnych w izolacji i powłoce z tworzyw termoplastycznych produkcji krajowej — mgr inż. Laura Żochowska z CZZRiŁ;
8. „Zastosowanie komparatorów w sieci łączności przewodowej PKP — mgr inż. Wiesław Olkiewicz z COBiRTK;
9. „Informacja o systemie kontroli dyspozytorskiej w Śląskiej DOKP” — mgr inż. Kazimierz Żelazowski z Laboratorium ZRiŁ w Katowicach.

Następnie w krótkiej dyskusji zabierali głos przedstawiciele poszczególnych DOKP oraz przedstawiali realizację wniosków z narady w Gdańsku odbytej w dniach 7 i 8 kwietnia 1975 r. W kolejności głos zabierali:

- z Pomorskiej DOKP — mgr inż. Ryszard Just — z-ca naczelnika,
 - z Centralnej DOKP — Henryk Laskowski — kierownik działu i mgr inż. Marian Smolec — st. inżynier służby,
 - z Zachodniej DOKP — mgr inż. Edmund Głowinkowski — z-ca naczelnika,
 - z Dolnośląskiej DOKP — inż. Ryszard Klucznik — z-ca naczelnika,
 - z Wschodniej DOKP — Miroslaw Lepak — naczelnik,
 - z Północnej DOKP — inż. Benedykt Bochocki — z-ca naczelnika,
 - z Południowej DOKP — mgr inż. Zdzisław Zdunek — z-ca naczelnika,
 - ze Śląskiej DOKP — mgr inż. Tadeusz Półkotycki — z-ca naczelnika.
- W wyniku dyskusji i wygłoszonych referatów wyłoniły się wnioski, które przedstawił zebrany inż. Zbigniew Grudziński — przewodniczący komisji wnioskowej. We wnioskach poruszone były następujące zagadnienia:
- konieczność wykorzystania wskazówek oraz zaleceń przedstawionych przez COBiRTK w sprawie

zmniejszenia zakłóceń w automatycznych centralach telefonicznych;

- celowość wzmoczenia wysiłków dla wprowadzenia nowej organizacji napraw i remontów urządzeń, powołując jednostkę napraw serwisowych, co umożliwi poprawę oraz usprawnienie utrzymania urządzeń łączności przewodowej i radiowej;
- konieczność wprowadzenia różnych form szkolenia dla średniego i wyższego personelu technicznego służby w celu stałego podnoszenia kwalifikacji w szczególności w zakresie postępu technicznego;
- dążenie do kompleksowego wdrażania nowych urządzeń telekonferencyjnych, a w szczególności wyposażenia dla sal telekonferencyjnych, pozwalających na usprawnienie działania magistralnej sieci telekonferencyjnej;
- szersze wdrażanie ochrony katodowej na PKP przez instalację drenażu polaryzowanych i wzmacnianych;
- wyposażenie nowo budowanych kabli w termoplastyczne osłony przeciwkorozyjne;
- rozważenie potrzeby, w ramach służby zrił, powołania w poszczególnych DOKP Oddziałów Informatyki podległych bezpośrednio Zarządowi Zabezpieczenia Ruchu i Łączności;
- konieczność stałego dopływu wysoko kwalifikowanych pracowników liniowych z zakresu radiołączności, proporcjonalnie do wzrostu liczby eksploatowanych urządzeń;
- przyspieszenie organizacji punktów serwisowych ZR „Radmor” umożliwiających przeprowadzanie nieskomplikowanych napraw gwarancyjnych urządzeń radiołączności.

Z. G.